

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Seccional Medellín

FACULTAD DE ARQUITECTURA

POSGRADO EN PLANEACION FISICA Y URBANA

PLAN DE ILUMINACION PUBLICA PARA MEDELLIN

Trabajo de tesis presentado para optar al título de  
Magister en Planeación Física y Urbana

Por:

MARIA MERCEDES ARANGO DE CERA

Medellín, Enero de 1982

T  
711.8  
A71

HECTOR MEDINA OSORIO

Presidente de Tesis

LUIS GONZALO ESCOBAR

Asesor

ROGELIO RESTREPO CASTRO

Jurado

HERNANDO TORRES MEDINA

Jurado

RODRIGO SALAZAR PINEDA

Jurado

Donación Autor: X/11 - 2/82 \$1.500=

A mis padres

José e Inés.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos al doctor HECTOR MEDINA por su acertada dirección en el presente estudio y a los doctores LUIS FERNANDO ZAPATA de las Empresas Públicas de Medellín y JOSE ANGEL ORTIZ O. de Valorización Municipal, por su valiosa y gentil colaboración.

Agradecimientos extensivos al asesor doctor LUIS GONZALO ESCOBAR, el personal Directivo y Administrativo del Posgrado en Planeación Física Urbana de la Facultad de Arquitectura y de las Empresas Públicas de Medellín.

Donación Autor: XII - 10/82 \$ 1.500

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. AREA DE ESTUDIO	5
2. ANALISIS DE LOS INDICADORES BASICOS PARA LA ELABORACION DEL PLAN	9
2.1 ACCIDENTALIDAD	10
2.1.1 Accidentalidad nocturna por horas	11
2.1.2 Accidentalidad por días	14
2.2 SITIOS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD	18
2.2.1 Accidentes durante el primer semestre de 1979	19
2.2.2 Accidentes durante el segundo semestre de 1979	20
2.3 NIVEL DE ILUMINACION	22
2.3.1 Características de los cruces	32
2.3.2 Análisis del nivel de iluminación	35

	Pág.
2.3.3 Correlación entre el nivel de iluminación y accidentalidad	78
2.4 ILUMINACION EXISTENTE	80
2.4.1 Descripción de las lámparas y características de las mismas	82
2.4.1.1 Lámpara incandescente	82
2.4.1.2 Lámpara fluorescente	82
2.4.1.3 Lámpara de vapor de mercurio	83
2.4.1.4 Lámpara Metalarc	89
2.4.1.5 Lámpara Super Metalarc	91
2.4.1.6 Lámparas de vapor de sodio de alta presión	92
2.4.1.6.1 Lámpara Lumalux	92
2.4.2 Tipos de lámparas utilizadas en Medellín	93
2.4.2.1 Soportes utilizados	96
2.4.2.1.1 Postes de hormigón	98
2.4.2.1.2 Postes metálicos	98
2.4.2.1.3 Brazos	98
2.5 UNIFORMIDAD DE LOS EQUIPOS	99
2.6 VIDA UTIL DE LOS EQUIPAMENTOS	101
2.6.1 Vida útil de los equipos	102
2.6.2 Vida útil de las lámparas	102

	Pág.
2.7 CAPACIDAD DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA	104
2.8 CONSUMO DE ENERGIA	107
2.9 TIPOS DE FUENTE PRODUCTORA	108
2.10 VANDALISMO	110
2.11 CRIMINALIDAD	112
2.12 AREAS DE DETERIORO	114
2.13 DENSIDADES DE POBLACION	115
2.14 RELIEVE	120
2.15 FLUJOS DE TRAFICO	123
2.16 ZONIFICACION	126
2.17 PARQUES	127
2.17.1 Análisis de la iluminación de los parques	128
2.17.1.1 Análisis del parque Calasanz	134
2.17.1.2 Análisis del parque de Belén	136
2.17.1.3 Parque de La Floresta	138
2.17.1.4 Análisis del parque del Poblado	138

	Pág.
2.18 SISTEMA VIAL	140
2.18.1 Tipos de disposición de las luminarias en las vías públicas	142
2.18.2 Análisis de la iluminación pública en algunas vías del centro de la ciudad de Medellín	146
2.18.2.1 Carrera 51 Bolívar, entre calle 49 y la calle 44	152
2.18.2.2 Carrera 52 (Carabobo) entre la calle 44 y la calle 49	152
2.18.2.3 Análisis de la calle 46 (Maturín) entre la carrera 50 (Palacé) y la carrera 53 (Cundinamarca)	153
2.18.2.4 Análisis de la carrera 48 (Abejorral), entre la calle 44 (San Juan) y la calle 41	155
2.19 PAVIMENTO	155
2.20 ARBORIZACION	158
2.21 RECLAMACIONES DE LA COMUNIDAD	161
2.22 TENDENCIAS DE CRECIMIENTO	162
2.23 VALOR DE LA TIERRA	163
2.24 INDICE DE OCUPACION	167
2.24.1 Areas libres y retiros para conjuntos multifamiliares	168
2.24.2 Indices de ocupación para edificios multifamiliares aislados	168
3. DIAGNOSTICO GENERAL	171



	Pág.
3.1 DIAGNOSTICO SINTESIS	173
4. PLAN DE ILUMINACION PUBLICA PARA MEDELLIN	175
4.1 OBJETIVOS GENERALES	176
4.2 ALTERNATIVAS	177
4.2.1 Evaluación de las alternativas	178
4.3 PROGRAMAS QUE INCLUYE EL PLAN DE ALUMBRADO PUBLICO	179
4.3.1 Programa de adecuación de la iluminación	179
4.3.2 Programa de alumbrado público	179
4.3.3 Programa de iluminación de parques	179
4.3.4 Programa de iluminación de las áreas de futura expansión urbana	179
4.3.5 Programa de iluminación de la ruta que ocupará el Tren Metropolitano	179
4.4 DESCRIPCION DEL PLAN	
4.4.1 Programa de adecuación de la iluminación en los cruces y mejoramiento de alumbrado	180
4.4.2 Programa de alumbrado público de las vías del plan vial de Medellín.	185
4.4.2.1 Proyecto de iluminación de la calle 49 (Ayacucho) entre las carreras 26 y 45	188
4.4.2.1 Proyecto de iluminación de la ampliación de la Avenida Guayabal entre la calle 30 y la carrera 80 - 81	189

4.4.2.3	Proyecto de iluminación de la Transversal Media Oriental	190
4.4.2.4	Proyecto de iluminación de la Transversal Intermedia del Poblado	191
4.4.2.5	Proyecto de iluminación de San Juan entre la carrera 73 y la Avenida Oriental	192
4.4.2.6	Proyecto de iluminación del Puente Nutibara (Obra 276 de Valorización Municipal)	192
4.4.2.7	Proyecto de iluminación, vía lateral por quebrada Iguaná entre carrera 60 - 65 y carrera 77 B	193
4.4.2.8	Proyecto de iluminación, vía lateral norte quebrada Iguaná, entre autopista y carreras 60 - 65	193
4.4.2.9	Proyecto de iluminación de la carrera 60 - 65, entre vía lateral sur, quebrada Iguaná y calle 78	194
4.4.2.10	Proyecto de iluminación, vía regional occidental, desde la quebrada Iguaná hasta la quebrada La Madera	195
4.4.2.11	Proyecto de iluminación de la vía distribuidora occidental, desde la quebrada Iguaná hasta la Feria de Ganado	195
4.4.2.12	Proyecto de iluminación de la vía de servicio occidental entre las calles 67 y 76	196
4.4.2.13	Proyecto de iluminación de la vía carrera 74 entre calles 53 y 65	196
4.4.2.14	Proyecto de iluminación de la carrera 60 - 65 entre calle 50 y vía lateral sur quebrada Iguaná	197
4.4.2.15	Proyecto de iluminación de la ampliación de la carretera al Mar entre la Glorieta de Carabineros y carrera 60 - 65, incluye intercambio vial	198
4.4.2.16	Proyecto de iluminación de la ampliación de la calle 49 B entre carreras 67 y 67 B	198

	Pág.
4.4.2.17 Proyecto de iluminación de los puentes peatonales a la altura de los barrios Caribe, Tricentenatio y Belalcázar	199
4.4.2.18 Proyecto de iluminación del puente de la Terminal de Transportes en el costado occidental del río Medellín	199
4.4.2.19 Proyecto de iluminación de las obras complementarias del puente Barranquilla en el costado occidental del río	201
4.4.2.20 Proyecto de iluminación de la prolongación de la calle 50 (Colombia) hacia el occidente	202
4.4.2.21 Proyecto de iluminación de las laterales de la quebrada La Hueso	203
4.4.2.22 Proyecto de iluminación de la Avenida La Playa	203
4.4.2.23 Proyecto de iluminación de la calle 45	204
4.4.2.24 Proyecto de iluminación de la vía que bordea la quebrada La Poblada	205
4.4.2.25 Proyecto de iluminación de la vía que bordea a Loreto, Miraflores	205
4.4.2.26 Proyecto de iluminación de la ampliación de la calle 10	206
4.4.2.27 Proyecto de iluminación del complejo vial en La Mansión	206
4.4.2.28 Proyecto de iluminación de la glorieta en la calle 67 y de la ampliación de la calle 67	207
4.4.2.29 Proyecto de iluminación a la altura de la calle 30	208
4.4.2.30 Proyecto de iluminación del intercambio vial a la altura de la Plaza de Mercado Guayabal	208
4.4.2.31 Proyecto de iluminación de la ampliación de la carrera 80	209
4.4.2.32 Proyecto de iluminación de la ampliación de la carrera 84	209

	Pág.
4.4.2.33 Proyecto de iluminación de la carrera 52 (Carabobo)	210
4.4 2.34 Proyecto de iluminación de las vías paralelas al río Medellín	211
4.4.3 Programa de alumbrado público de parques	211
4.4.4 Programa de alumbrado público en las áreas de futura expansión urbana	212
4.4.5 Programa de alumbrado público en la ruta que ocupará el Tren Metropolitano	213
4.5 IMPLEMENTACION DEL PLAN	216
4.5.1 Instrumentos del plan	222
BIBLIOGRAFIA	224

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Accidentes ocurridos en Medellín durante el primer semestre de 1979 en 367 cruces, según diferentes rangos	20
TABLA 2. Accidentes ocurridos en Medellín durante el segundo semestre de 1979 en 731 cruces, según diferentes rangos	21
TABLA 3. Localización de los cruces de mayor accidentalidad, durante la noche en la ciudad de Medellín	23
TABLA 4. Tipo de iluminación e iluminaciones recomendadas. Valores iniciales. Factor medio de depreciación 0,7	29
TABLA 5. Cruces considerados para el análisis del nivel de iluminación	33
TABLA 6. Características de los cruces considerados para el análisis del nivel de iluminación	34
TABLA 7. Resultado obtenido del análisis de la iluminación en los diferentes cruces	76
TABLA 8. Número de lámparas instaladas a diciembre de 1980	81
TABLA 9. Características de las lámparas fluorescentes	84
TABLA 10. Características de las lámparas de vapor de mercurio	87
TABLA 11. Características de las lámparas de sodio de alta presión	94
TABLA 12. Eficiencia luminosa de las diferentes bombillas utilizadas en alumbrado público	97

	Pág.
TABLA 13. Vida útil de las bombillas según tipo	103
TABLA 14. Energía generada y alumbrado público	106
TABLA 15. Consumo alumbrado público en la ciudad de Medellín y consumo total (KWH)	107
TABLA 16. Cambio de bombillas y equipo por vandalismo	111
TABLA 17. Relación densidad-iluminación en cuatro barrios de la ciudad de Medellín	120
TABLA 18. Flujos de tráfico en cruces seleccionados del centro de Medellín	124
TABLA 19. Usos de la tierra en el área urbana de Medellín	126
TABLA 20. Iluminación de los parques de Medellín	130
TABLA 21. Vías de Medellín con iluminación deficiente	148
TABLA 22. Tendencias de crecimiento del área urbana de la ciudad de Medellín	164
TABLA 23. Incremento del valor de la tierra en la ciudad de Medellín en los últimos 10 años (1971 - 1981)	166
TABLA 24. Índice de ocupación para edificios multifamiliares aislados	169
TABLA 25. Inversiones en el plan de iluminación pública para Medellín, en pesos, a precios constantes de junio de 1981	217

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
FIGURA 1.	Accidentes de tránsito registrados en Medellín por hora - 1978	12
FIGURA 2.	Accidentes de tránsito registrados en Medellín por hora - 1979	13
FIGURA 3.	Colisiones y accidentes de tránsito registrados en Medellín por día - 1978	15
FIGURA 4.	Colisiones y accidentes de tránsito registrados en Medellín por día - 1979	16
FIGURA 5.	Cruce Calle 49 x Carrera 45	36
FIGURA 6.	Cruce Carrera 50 x Calle 49	37
FIGURA 7.	Cruce Carrera 51 x Calle 41	38
FIGURA 8.	Cruce Carrera 51 x Calle 45	39
FIGURA 9.	Cruce Carrera 51 x Calle 49	40
FIGURA 10.	Cruce Calle 44 x Carrera 52	41
FIGURA 11.	Cruce Carrera 52 x Calle 53	42
FIGURA 12.	Cruce Calle 50 x Carrera 53	43
FIGURA 13.	Cruce Calle 50 x Carrera 54	44
FIGURA 14.	Cruce Calle 44 x Carrera 57	45
FIGURA 15.	Cruce Calle 49 x Carrera 49	46

	Pág.
FIGURA 16. Cruce Carrera 51 x Calle 46	47
FIGURA 17. Cruce Carrera 51 x Calle 44	48
FIGURA 18. Cruce Calle 50 x Carrera 52	49
FIGURA 19. Cruce Calle 50 x Carrera 51	50
FIGURA 20. Cruce Carrera 51 x Calle 53	51
FIGURA 21. Cruce Calle 53 x Carrera 53	52
FIGURA 22. Lámpara de mercurio de 250 vatios	53
FIGURA 23. Lámpara de sodio de 250 vatios	54
FIGURA 24. Lámpara de mercurio de 400 vatios	55
FIGURA 25. Lámpara de sodio alta presión de 400 vatios	56
FIGURA 26. Lámpara de mercurio halógeno de 1.000 vatios	57
FIGURA 27. Nivel de iluminación de la carrera 45 x calle 49	59
FIGURA 28. Nivel de iluminación de la carrera 50 x calle 49	60
FIGURA 29. Nivel de iluminación de la carrera 51 x calle 41	61
FIGURA 30. Nivel de iluminación de la carrera 51 x calle 45	62
FIGURA 31. Nivel de iluminación de la carrera 51 x calle 49	63
FIGURA 32. Nivel de iluminación de la carrera 52 x calle 44	64
FIGURA 33. Nivel de iluminación de la carrera 52 x calle 53	65
FIGURA 34. Nivel de iluminación de la calle 50 x carrera 53	66
FIGURA 35. Nivel de iluminación de la calle 50 x carrera 54	67
FIGURA 36. Nivel de iluminación de la calle 44 x carrera 57	68
FIGURA 37. Nivel de iluminación de la calle 49 x carrera 49	69



	Pág.
FIGURA 38. Nivel de iluminación de la calle 44 x carrera 51	70
FIGURA 39. Nivel de iluminación de la carrera 51 x calle 46	71
FIGURA 40. Nivel de iluminación de la carrera 52 x calle 50	72
FIGURA 41. Nivel de iluminación de la calle 50 x carrera 51	73
FIGURA 42. Nivel de iluminación de la carrera 51 x calle 53	74
FIGURA 43. Nivel de iluminación de la calle 53 x carrera 53	75
FIGURA 44. Lámpara fluorescente	85
FIGURA 45. Lámpara de vapor de mercurio	88
FIGURA 46. Lámpara Metalarc	95
FIGURA 47. Lámpara Lumalux	95
FIGURA 48. Disposición de las luminarias en las curvas	122
FIGURA 49. Disposición de las luminarias en los planos inclinados	122
FIGURA 50. Parque Calasanz	135
FIGURA 51. Parque de Belén	137
FIGURA 52. Parque de La Floresta	139
FIGURA 53. Parque del Poblado	141
FIGURA 54. Sistema de localización de las luminarias en la vía	144
FIGURA 55. Carrera 52 (Carabobo)	154
FIGURA 56. Calle 46 (Maturín)	156
FIGURA 57. Carrera 48 (Abejorral)	157
FIGURA 58. Línea de poda con un ángulo A por encima del haz luminoso total. Altura de la poda del árbol H.	159

## LISTA DE PLANOS

		Pág.
PLANO 1.	Municipio de Medellín	6
PLANO 2.	Estratificación social de Medellín	116
PLANO 3.	Inventario de áreas útiles para recreación	129
PLANO 4.	Iluminación pública en mercurio. Obras 257, 246, 295, 335, 332, 323, 276, 272	145
PLANO 5.	Nuevo plan de las Empresas Públicas de Medellín. Año 1981	147
PLANO 6.	Vías futuras, programadas en la ciudad de Medellín	186
PLANO 7.	Plano del Tren Metropolitano	215

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Datos parciales del nivel de iluminación de los cruces	227
Tabla 1. Carrera 45 x Calle 49	227
Tabla 2. Carrera 50 x Calle 49	228
Tabla 3. Carrera 51 x Calle 41	229
Tabla 4. Carrera 51 x Calle 45	230
Tabla 5. Carrera 51 x Calle 49	231
Tabla 6. Carrera 52 x Calle 44	232
Tabla 7. Carrera 52 x Calle 53	233
Tabla 8. Carrera 53 x Calle 50	234
Tabla 9. Carrera 54 x Calle 50	235
Tabla 10. Carrera 57 x Calle 44	236
Tabla 11. Carrera 51 x Calle 46	237
Tabla 12. Carrera 52 x Calle 50	238
Tabla 13. Carrera 49 x Calle 49	239
Tabla 14. Carrera 51 x Calle 44	240
Tabla 15. Carrera 53 x Calle 53	241

	Pág.
Tabla 16. Carrera 51 x Calle 53	242
Tabla 17. Carrera 51 x Calle 50	243

## INTRODUCCION

La iluminación pública es uno de los principales equipamientos de la ciudad, especialmente por su relación con la seguridad y el confort que deben imperar en un conglomerado urbano. Su importancia está dada por las numerosas actividades que se llevan a cabo durante la noche - culturales, recreativas, comerciales, académicas - que en su conjunto ocupan aproximadamente el 40% de las labores que normalmente se realizan durante las 24 horas del día.

Además, la iluminación constituye elemento importante dentro del contexto de la estética y armonía urbanas.

Actualmente el alto índice de accidentalidad en las vías ha llevado a que la iluminación pública no se circunscriba a los centros urbanos, sino que se haga extensiva a los sistemas viales especialmente a las vías de acceso y autopistas de las grandes ciudades, por lo cual ha sido necesario incluir su planeación en los proyectos de desarrollo.

Desde un punto de vista general, la iluminación pública en la ciudad de



Medellín presenta deficiencias de diferente naturaleza, especialmente debidas a que no se le ha considerado dentro de la planeación física urbana, sino como una actividad técnica adicional en la provisión del servicio de energía eléctrica.

Estas deficiencias se manifiestan en la falta de aplicación de normas técnicas en su construcción, en la heterogeneidad de los sistemas empleados, irregularidad en el espaciamiento de luminarias y otros aspectos, todo lo cual influye en el aumento de la inseguridad en la ciudad, la accidentalidad y la poca posibilidad de llevar a cabo actividades nocturnas normales.

Por lo anterior, se observa la necesidad de incorporar dentro de la planeación urbana la iluminación pública, mediante programas específicos que hagan parte de los planes integrales de desarrollo que se tienen para la ciudad de Medellín.

Como respuesta a esta necesidad y con fundamento en las consideraciones anteriores, se ha elaborado el presente plan general de iluminación pública, cuyos objetivos son:

#### Objetivos Generales

- Analizar la iluminación pública de la ciudad de Medellín, dentro del contexto físico espacial.

- Elaborar un plan general de iluminación pública que se integre a los programas de desarrollo de la ciudad.

#### Objetivos Específicos

- Estudiar la incidencia de la iluminación pública en el grado de accidentalidad, criminalidad y en otros problemas inherentes a la actividad urbana.
- Analizar la iluminación pública de acuerdo con los usos de la tierra, flujos de tráfico y aspectos viales y topográficos.
- Analizar la iluminación pública en los diferentes sectores de la ciudad de acuerdo con sus características físicas y técnicas.
- Precisar los requerimientos de iluminación pública de acuerdo con las diferentes actividades urbanas.
- Estudiar la capacidad del sistema eléctrico de la ciudad para atender los requerimientos de iluminación pública.
- Determinar los recursos necesarios para la implementación del plan.

Para el desarrollo del presente estudio se ha seguido el proceso metodológico general aplicado a estos casos, que incluye tanto investigación directa como indirecta.

Mediante el análisis de los diferentes indicadores específicos, para la planeación del alumbrado público, relacionados con aspectos socioeconómicos, físicos, técnicos y urbanísticos, se ha elaborado un diagnóstico de la problemática general de la iluminación en dicha ciudad.

Este diagnóstico ha servido de base para la formulación del plan, en el cual se han tenido en cuenta los diferentes programas de desarrollo, relacionados con expansión urbana, plan vial en el cual se incluye el proyecto del tren metropolitano y áreas de recreación.

El alcance del plan como antes se mencionó incluye solamente el área urbana del municipio de Medellín y se elaboró para un horizonte de diez años.



## 1. AREA DE ESTUDIO

Como ha sido señalado en la introducción, el estudio comprende el área urbana de la ciudad de Medellín (Plano 1) capital del Departamento de Antioquia, localizada a 1.480 metros sobre el nivel del mar, cuyos límites municipales son los siguientes: por el norte con los municipios de Copacabana y Bello; por el sur con El Retiro, Envigado, Itagüí y La Estrella; por el oriente con Guarne y Rionegro y por el occidente con Ebéjico, Heliconia y Angelópolis.

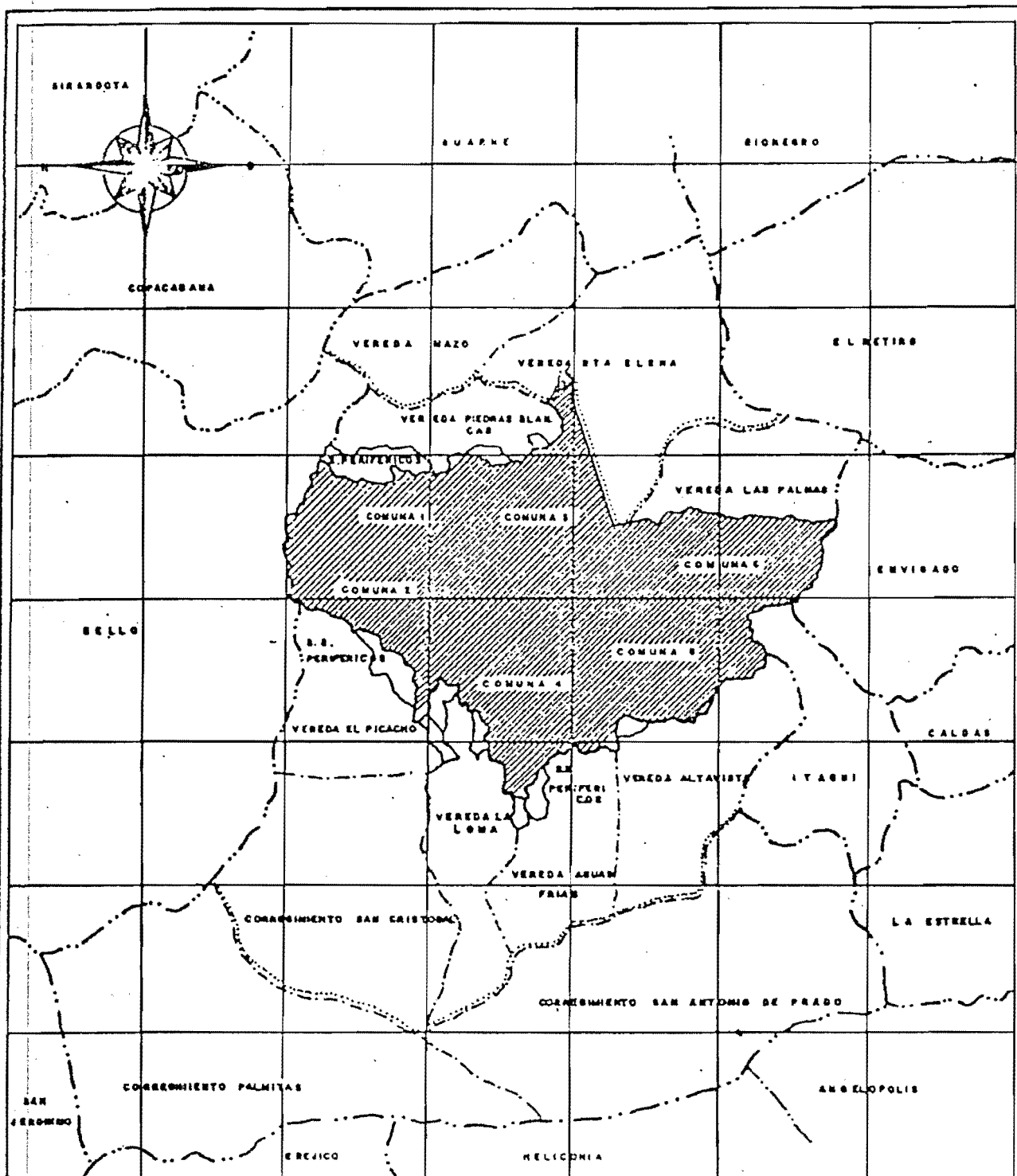
Esta ciudad tiene una extensión de 9.042 hectáreas aproximadamente y su población estimada es de 1'374.700 (1).

La ciudad se encuentra localizada en el valle del río Medellín, el cual la cruza de sur a norte y está rodeada al oriente y occidente por dos ramales de la cordillera central. Esto hace que fisiográficamente la ciudad esté

---

(1) EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN. Proyecciones de población para los municipios del Valle de Aburrá y del Oriente Cercano (1979-2000) Dirección de Planeación. Documento No. 11-80. 1980. p. 3 anexo.

## SECTORIZACION DEL MUNICIPIO DE MEDELLIN



## CONVENCIONES

- |       |    |                     |
|-------|----|---------------------|
| ..... | 00 | LIMITE MUNICIPAL    |
| ..... | 01 | SECTOR URBANO       |
| ..... | 02 | " RURAL Y SEM RURAL |
| ..... | 03 | VEREDAS Y COMUNAS   |
| ..... | 04 | BARRIOS PERIFERICOS |

**SUB: O.R.M.A**

## PLANO I

conformada por terrenos planos, quebrados y escarpados, estos últimos correspondientes a las laderas ya citadas.

Para efectos administrativos y de planeación la ciudad está dividida en siete comunas, que a su vez se subdividen en comunidades y barrios.

Dentro del contexto nacional es la segunda ciudad de Colombia y un centro industrial de primer orden, con gran variedad de factorías, desde la manufacturera hasta la industria pesada. Es atendida en sus servicios básicos por una entidad autónoma, encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, energía y teléfonos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá; a pesar de ello existen en el área otras entidades que atienden el servicio telefónico (Telecom) y acueducto y alcantarillado (Acuantioquia).

Dentro de los planes de desarrollo urbano de Medellín, entre los cuales se encuentra el plan de Wiener y Sert (1), se han considerado aspectos tales como el de zonificación e infraestructura vial, etc., pues no se tuvieron en cuenta otros programas que definieran un verdadero plan integral de desarrollo, entre ellos el alumbrado público.

---

(1) WIENER, P.L. y SERT, J.L. Informe del Plan Piloto de Medellín. 1950. 3 V.

No obstante dichos planes, la ciudad ha crecido desordenadamente, hasta tal grado que muchos asentamientos periféricos, fruto de invasión y la construcción pirata no pueden ser atendidos por los servicios públicos básicos.

Por otra parte, dicha expansión ha llegado a un proceso de conurbación que ha permitido que prácticamente las cabeceras de los municipios del Valle de Aburrá, conformen un solo conglomerado urbano.

Esto significa que aún el plan de alumbrado público no debería limitarse a la ciudad de Medellín, sino hacerse extensivo al Area Metropolitana del Valle de Aburrá. Sin embargo, limitaciones de diferente orden, llevaron a que el presente estudio se concretara exclusivamente a la ciudad de Medellín.

## 2. ANALISIS DE LOS INDICADORES BASICOS PARA LA ELABORACION DEL PLAN

Como fundamento metodológico para la elaboración del plan, en esta sección del trabajo se hará un análisis sucinto de los diferentes indicadores específicos que es necesario tener en cuenta para un plan de esta naturaleza. Tales indicadores corresponden a aspectos socioeconómicos, físicos, técnicos, urbanísticos, financieros, y, básicamente, son los siguientes:

Accidentalidad, nivel luminoso, criminalidad, vandalismo, áreas de deterioro, reclamaciones de la comunidad, densidades de población, relieve, flujo de tráfico, zonificación, parques, sistema vial, pavimento, arborización, iluminación existente, uniformidad de los equipos, vida útil de los equipos, consumo de energía, capacidad del sistema de producción y distribución, tipo de fuente productora, tendencias de crecimiento, valor de la tierra, índice de ocupación.

Antes de entrar en dicho análisis, es necesario señalar que para el estudio de algunos de estos indicadores, fue necesario hacer un dispendioso traba -

jo de carácter técnico, debido a que sólo se tenía la información básica, pero no así el procesamiento de la misma, para lo cual hubo necesidad de tener en cuenta normas nacionales y aplicar técnicas de cálculo, no conocidas en el campo de la planeación.

Es el caso concreto del análisis que hubo que hacer para hallar el nivel luminoso de numerosos sitios críticos de la ciudad, respecto al alumbrado público y la incidencia de éste en la accidentalidad.

Todo lo anterior servirá para hacer el diagnóstico previo a la formulación del plan.

Es conveniente hacer la aclaración de que por efectos de la relación existente entre varios indicadores, como por ejemplo accidentalidad, nivel de iluminación, equipamientos, etc., estos serán tratados secuencialmente y no en el orden en que fueron enunciados antes.

## 2.1 ACCIDENTALIDAD

La iluminación pública, además de otros factores importantes, tiene incidencia en el mayor o menor grado de accidentalidad, que puede presentarse en un centro de tráfico permanente. Por esta razón es necesario considerar este indicador en relación con otros, como por ejemplo: el nivel luminoso y

características de los equipamientos para poder tener certeza de la influencia que la iluminación tiene sobre la accidentalidad.

Para efectos de este indicador, se entiende por accidente un suceso en el cual el resultado ha sido, además de daños a la propiedad, lesiones personales y aún pérdidas de vidas humanas; y colisión, suceso en el cual se presentan daños a la propiedad pero no lesiones, ni pérdidas de vidas humanas.

Para el análisis del indicador citado, se hizo una evaluación de los accidentes ocurridos en las horas de la noche, durante los años de 1978 y 1979, con base en la información obtenida en el Anuario Estadístico (1).

#### 2.1.1 Accidentalidad nocturna por horas.

Para los años de 1978 y 1979 se encontró (Figuras 1 y 2), que de las 18 p.m. a las 24 p.m. y de las 0 a.m. a las 6 a.m., el mayor número de accidentes se presentó entre las 6 p.m. y las 7 p.m., con un 6,8% para 1978 y un 5,9% para 1979, lo que es explicable por ser una hora durante la cual se moviliza la mayor parte de las personas que se encuentra trabajando.

---

(1) Municipio de Medellín. Accidentes de tránsito registrados en Medellín por hora. Anuario Estadístico 1978-1979. Departamento Administrativo de Planeación y Servicios Técnicos. p. 46-52.

# ACCIDENTES DE TRANSITO REGISTRADOS EN MEDELLIN POR HORA - 1970

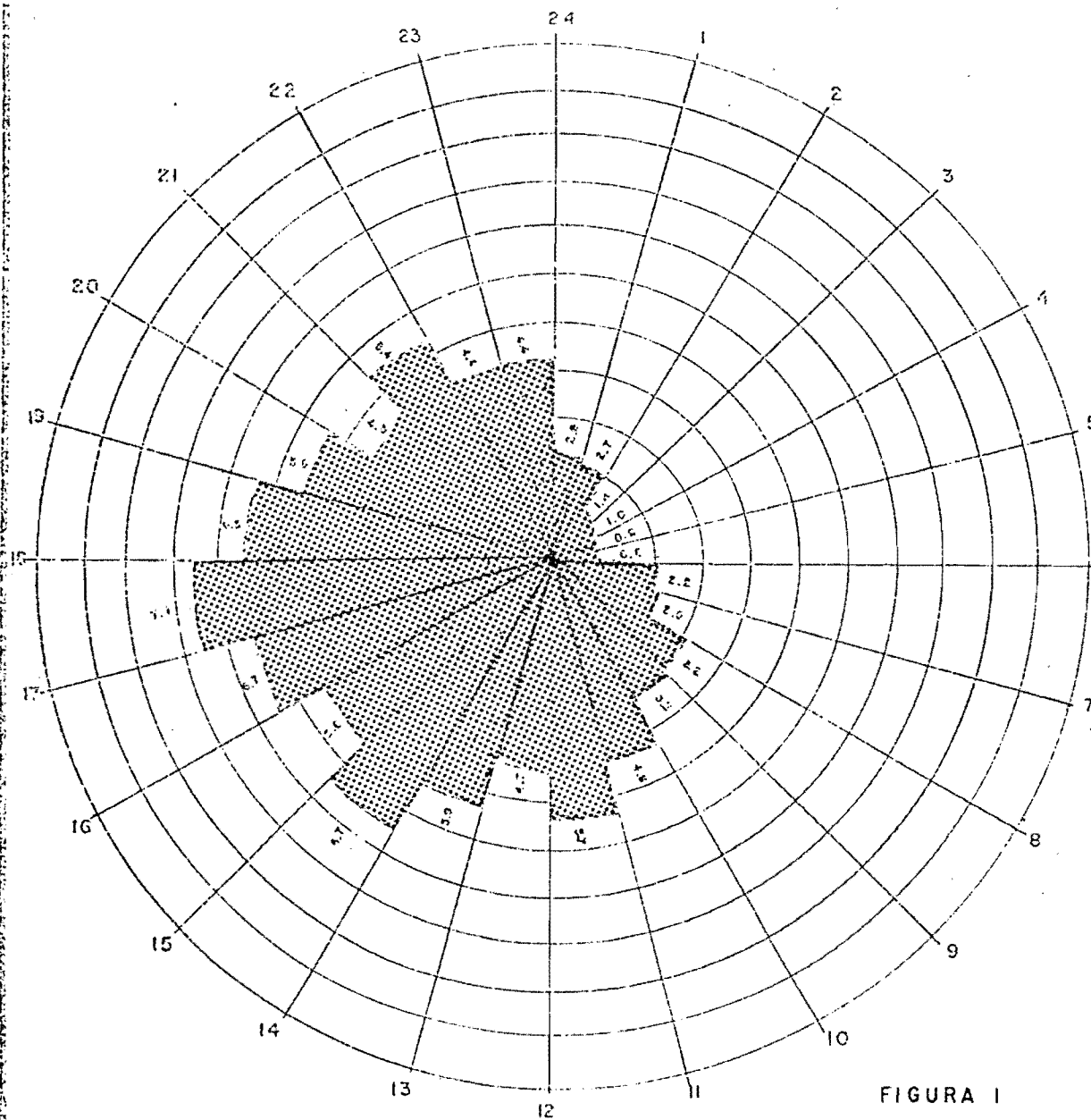
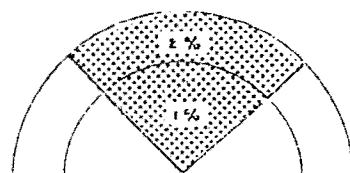


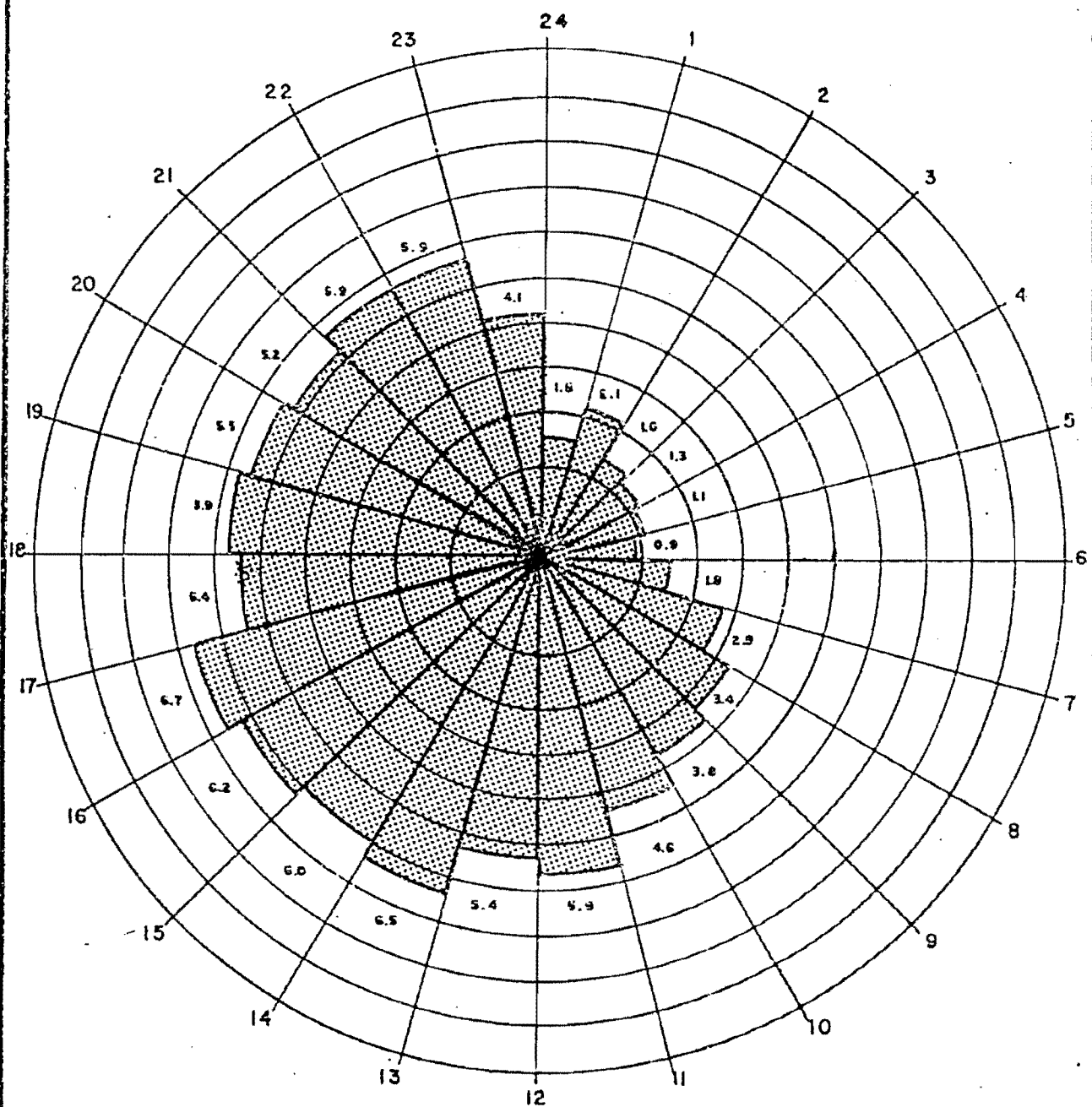
FIGURA 1



CONVENCION EN %



# ACCIDENTES DE TRANSITO REGISTRADOS EN MEDELLIN POR HORA - 1.979



Sin embargo, para el año de 1979 se observa un índice similar de accidentalidad entre las 9 p.m. y las 11 p.m. y entre las 6 p.m. y las 7 p.m.

De acuerdo con las figuras citadas, se encuentra que la hora de menor accidentalidad para los mismos años, es de 5 a.m. a 6 a.m.

En general, y de acuerdo con lo observado para los años citados, la accidentalidad empieza a disminuir gradualmente a partir de las 7 p.m.

Según las Figuras 1 y 2 para 1978 el índice de accidentalidad nocturna fue de 39,1% y para 1979 de 41,1%. Esto es lógico si se tiene en cuenta que la mayor actividad se realiza durante las horas diurnas.

#### 2.1.2 Accidentalidad por días.

Mediante un análisis similar al anterior (Figuras 3 y 4), se encontró que para 1978 los días de mayor accidentalidad fueron los sábados (16,6%), viernes y domingo, con un 15% cada uno, y el día de menor accidentalidad fue el lunes con 13,2%.

Para 1979 la situación es diferente, ya que los días de mayor accidentalidad fueron el sábado (15,5%) y martes (15%) y los de menor accidentalidad el domingo y jueves, 13,4% cada uno. La disminución de acciden-

# COLISIONES Y ACCIDENTES DE TRANSITO REGISTRADOS EN MEDELLIN POR DIA 1.976

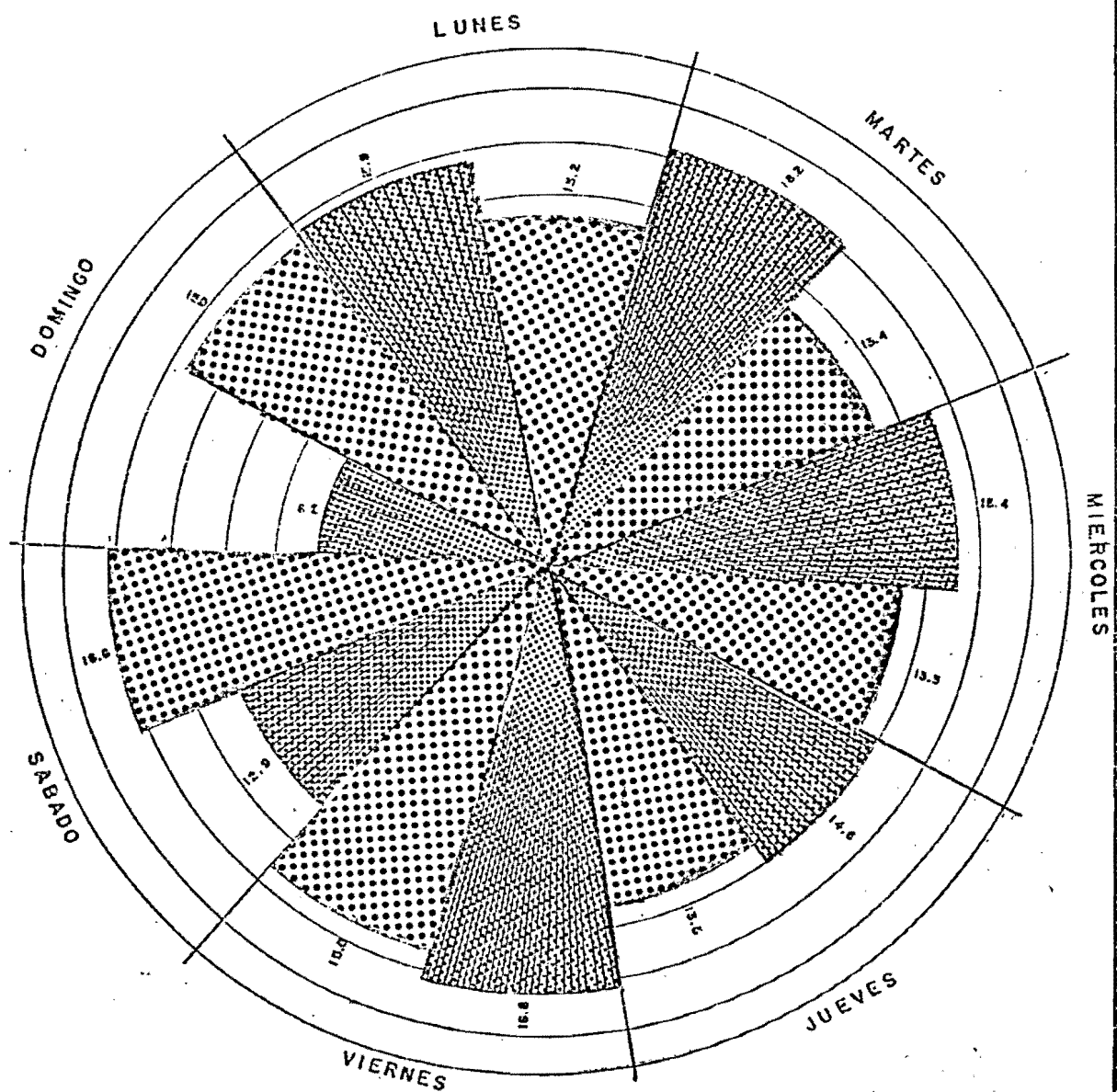


FIGURA 3



# COLISIONES Y ACCIDENTES DE TRANSITO REGISTRADOS EN MEDELLIN POR DIA 1979

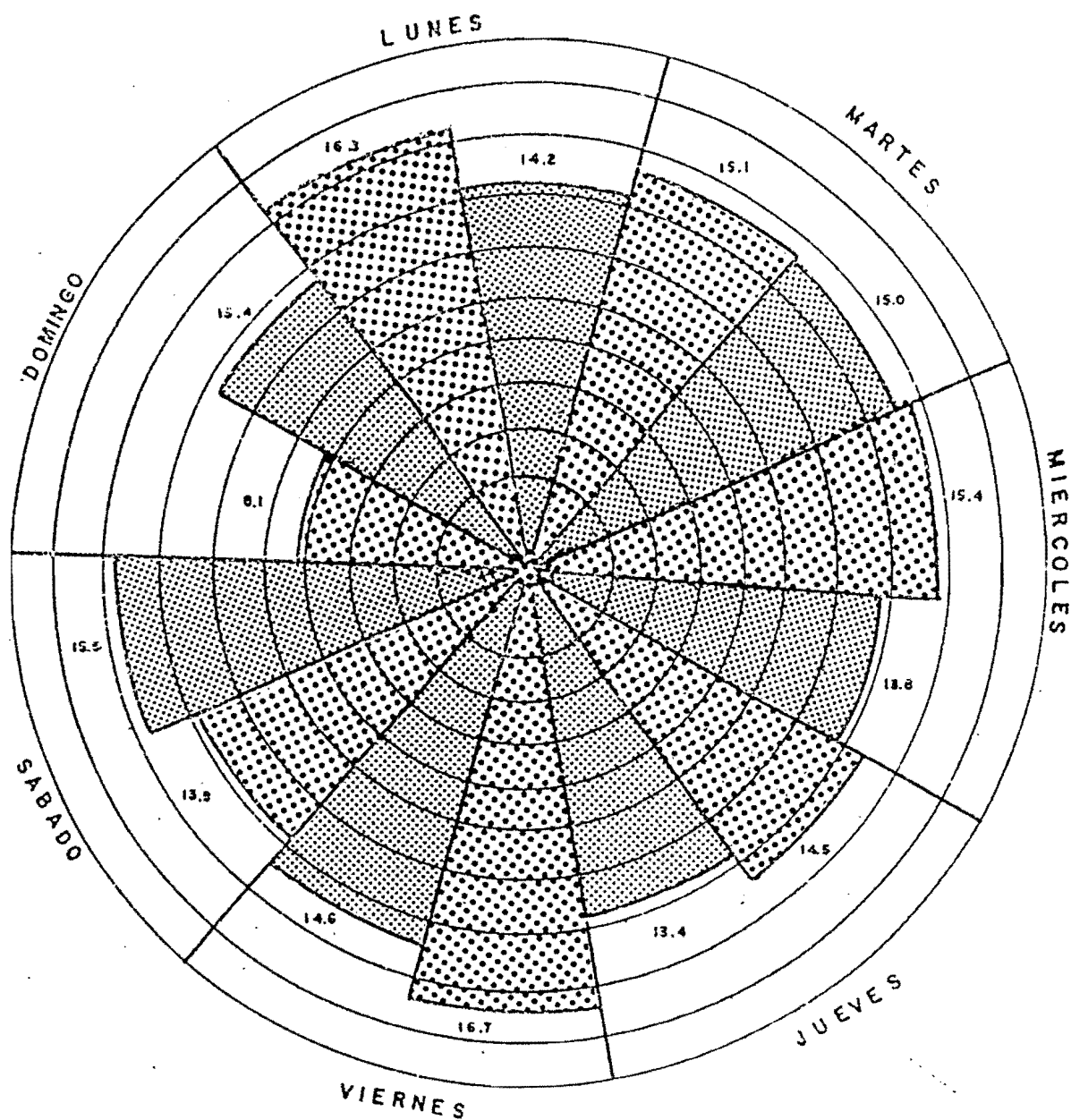


FIGURA 4



tes observados de 1979 respecto a 1978 puede explicarse por la entrada en vigencia de normas de tránsito y vigilancia más estrictas que las de entonces.

Respecto a colisiones, no hay una relación muy directa con los accidentes, ya que para 1978 el mayor número de colisiones se presentó los días viernes (16,8%) y martes (16,2%) y el menor el domingo con 8,2%. Para 1979 el mayor número de colisiones se presentó el viernes con 16,7% y lunes (16,3%) y el menor número se presentó el domingo con 8,1%.

La información anterior que, como se observa, corresponde a las 24 horas del día, puede ser asimilada en buena parte a horas nocturnas, ya que es cuando otros factores entran en juego para que haya mayor accidentalidad, entre ellos la falta de iluminación.

Con base en lo anterior, y con el fin de precisar la incidencia de la iluminación en la accidentalidad, también se analizaron los sitios donde se presentaba el mayor número de accidentes y colisiones. Dicho análisis se hizo tomando como base la información suministrada por la Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín (1).

---

(1) SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y TRANSITO DEL MUNICIPIO DE MEDELLIN. Informe semestral de accidentes e infracciones por localización día y hora. 1978, 1979. Cuadros Estadísticos.

## 2.2 SITIOS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD

El análisis se hizo teniendo en cuenta los accidentes nocturnos, en horas típicas de más alta accidentalidad. Para efectos de una mejor comprensión del problema, se hizo primero una consideración general respecto a la localización, y luego se seleccionaron los cruces en los que se presentaba mayor accidentalidad.

Como resultado del análisis general, se encontró que casi en todos los cruces de la ciudad de Medellín ocurre un accidente por año, sin tener en cuenta los accidentes que se presentan en lugares diferentes a tales cruces. También se encontró de este análisis general, que el 85% de los accidentes tiene lugar en el centro de la ciudad, lo que para Medellín es explicable si se tiene en cuenta que prácticamente el proceso de movilización hacia los diferentes barrios y municipios circunvecinos, tiene como paso obligado dicho centro. El 15% restante corresponde a las áreas periféricas a tal centro, pero en especial a las vías principales que atraviesan esas áreas.

Para el análisis más detallado de los sitios donde ocurre mayor accidentalidad y teniendo en cuenta el volumen de información existente en la dependencia antes citada, se evaluaron independientemente por semestre los acci-

dentes ocurridos durante 1979.

De acuerdo con dicha información, durante el primer semestre se registraron accidentes en 367 cruces, en cambio durante el segundo semestre, los accidentes se presentaron en 731 cruces, lo que significa un incremento del 99,18%. Para el análisis estadístico de esta información y con el fin de definir adecuadamente las clases y amplitud de las mismas, se aplicó la ley de Struges (1) cuyo resultado se muestra a continuación.

#### 2.2.1 Accidentes durante el primer semestre de 1979.

Para este semestre se establecieron los siguientes rangos, con una amplitud de 3: 3-6, 7-9, 10-12, 13-15, 16-18, y mayor de 18. Esto muestra que en algunos cruces se presentó un máximo de 18 accidentes por semestre. Con base en la información anterior, se encontró que el promedio de accidentes por cruce, considerados en su totalidad, fue de 3, con una desviación estándar de 3,6.

Teniendo en cuenta solamente los accidentes mayores de 3, se encontró que la media era de 4,8 accidentes por cruce, con una desviación estándar de 2,9. El mayor porcentaje de accidentes ocurridos por cruce, corresponde al

---

(1) ZUWAYLIF FADIL, H. Estadística General Aplicada. Fondo Educativo Interamericano S.A. p. 9

rango menor de 3, con 58%, siguiéndole en orden el de 3-6 con 34%, el de 7-9 con 4,6%, el de 10-19 con 1,9% y el resto con menos de 1%.

En la Tabla 1 se muestran los datos anteriores.

TABLA 1. Accidentes ocurridos en Medellín durante el primer semestre de 1979 en 367 cruces, según diferentes rangos.

Número de cruces	Accidentes Rango	Porcentaje	Promedio $\bar{n}$	Desviación estándar
213	< 3	58.0		
125	3 - 6	34.0		
17	7 - 9	4.6		
7	10 - 12	1.9	3	3,6
2	13 - 15	0.6		
2	16 - 18	0.6		
1	> 18			

#### 2.2.2 Accidentes durante el segundo semestre de 1979.

En lo que respecta al segundo semestre, se encontraron los siguientes rangos con la misma amplitud anterior: 3-6, 7-9, 10-12, 13-15, 16-18, 19-21, 22-24, 25-27, 28-30, mayor de 30. En dicho semestre el máximo de accidentes presentado en un cruce fue de 32.



En forma similar a la anterior, se analizó el significado de la accidentalidad durante dicho período, habiéndose encontrado lo siguiente: el mayor número de accidentes corresponde al rango inferior a 3 con un 52,5%; le sigue el rango 3-6 con 37,3%, el de 7-9 con 5,5%, el de 10-12 con 2,2%, el de 13-15 con 1,2% y el resto con menos del 1%. En la Tabla 2 se indican estos valores.

TABLA 2. Accidentes ocurridos en Medellín durante el segundo semestre de 1979 en 731 cruces, según diferentes rangos.

Número de cruces	Accidentes Rango	Porcentaje	Promedio $\bar{n}$	Desviación estándar
384	< 3	52,5		
272	3 - 6	37,3		
40	7 - 9	5,6		
16	10 - 12	2,2		
9	13 - 15	1,2		
2	16 - 18	0,4	3,4	3,5
4	19 - 21	0,5		
0	22 - 24	0,0		
3	25 - 27	0,2		
0	28 - 30	0,0		
1	> 30	0,1		

En las Tablas 2 y 3a se muestra la localización de los cruces donde ocurrieron los accidentes en las horas de la noche durante el primero y segundo semestres de 1979. Con base en los datos de estas Tablas se hizo el análisis de la accidentalidad, considerando individualmente calles y carreras, habiéndose encontrado los siguientes resultados: en la carrera 51 se presenta la mayor accidentalidad con un 9,5%; sigue en su orden la calle 44 con 6,5%, la carrera 64C con un 5,3%, la carrera 45 con 4,8%, carrera 52 y carrera 53 con 4%, carrera 49 con 3,5 y carrera 80 con 3,2%.

Con fundamento en los datos correspondientes al segundo semestre de 1979 se hizo el análisis del nivel luminoso, así como de otros indicadores, como se verá más adelante, los cuales están íntimamente ligados con la accidentalidad.

### 2.3 NIVEL DE ILUMINACION

Para la consideración de este indicador se tendrán en cuenta las siguientes definiciones y demás aspectos conexos, dados por el Icontec (1).

---

(1) ICONTEC. Código Colombiano de Alumbrado Público. Norma Icontec 900. 1975. 48 p.p.

Tabla 3. Localización de los cruces de mayor accidentalidad, durante la noche en la ciudad de Medellín

01/79

No. Accidentes	Dirección		No. Accidentes	Dirección	
	Carrera	Calle		Carrera	Calle
3-6	38	49	3-6	49	46
	43	49		49	48
	43	49		49	99
	48	49		50	46
	50	50		50	49
	51	50		50	57
	54	50		51	41
	55	50		51	52
	56A	50		51	54
	64	50		51	57
	66	50		51	61
	77	50		51	37
	78	50		51	60
	53	50		51D	55
	74	50		52	25
	45	52		52	45
	49	52		52	46
	45	53		52	49
	52	53		52	50
	54	53		52	54
	57	56		52	62
	47	57		52	64
	48	57		52	67
	49	57		52	73
	50	57		52	81
	51	57		52	89
	48	59		53	48
	55A	65		53	50
	51D	67		53	51
	52	67		53	57
	55	67		54	49
	51	73		54	50
	36	91		54	56
	43	47		55	49
	43A	37		55A	50
	44	49		57	43
	45	34		57	49
	45	48		57	54
	45	49		57	56
	45	53		64C	50
	45	57		64A	70
	45	68		64C	74
	46	37		64C	75
	46	42		64C	75A
	46	44		64C	90
	46	45		64C	94
	46	48		64C	102
	46	50		64C	103
	46	53		65	25
	46	54		65	44
	47	57		65	50
	48	29		70	42
	48	39		70	53
	48	59		76	30A
	49	45		80	33
	80	35		80	44
	80	46		80	50
	80	53		80	54
	81	34		81	35
	82	98		199	105
	52	30		76	30
	72	30			

Tabla 3. (Continuación)

01/79

No. Accidentes	Dirección		No. Accidentes	Dirección	
	Carrera	Calle		Carrera	Calle
7-9	65	50	13-15	57	50
	50	52		53	53
	64C	67			
	999	999			
	46	49	16-18	51	53
	42	52		64C	67
	49	49			
	51	46			
	51	67	18	70	50
	52	53			
	52	57			
	53	49			
10-12	53	53			
	53	54			
	54	51			
	57	44			
	64C	104			
	52	50			
	57	50			
	67	50			
	53	67			
	51	49			
	51	50			
	51	51			

Tabla 3.a Localización de los cruces de mayor accidentalidad, durante la noche en la ciudad de Medellín

02/79

No. Accidentes	Dirección		No. Accidentes	Dirección	
	Carrera	Calle		Carrera	Calle
3-6	48	29	3-6	47	58
	52	30		48	59
	72	30		55A	65
	74	30		80	65
	76	30		51	52
	55	33		53	52
	66	33		54	52
	76	33		45	53
	80	33		47	53
	51	36		51	53
	46	37		54	53
	46	44		42	54
	54	44		50	54
	55	44		57	56
	57	44		46	57
	58	44		50	57
	68	44		50A	57
	71	44		51	57
	74	44		51	67
	77	44		51D	67
	78	44		55	67
	79	44		45	69
	82	44		65	71
	84	44		51	73
	86	44		50D	92
	92	44		36	91
	45	44		39	72
	49	45		41	55
	49	46		43	46
	50	46		43	47
	52	46		43	48
	53	46		43	50
	32	49		43A	8
	36	49		43A	12
	41	49		43A	125
	46	49		43A	31
	47	49		43A	36
	49	49		43A	37
	49	49		47	53
	50	49		47	57
	51	49		48	10
	54	49		48	24
	55	49		48	29
	59	49		48	37
	47	50		48	39
	50	50		48	57
	56A	50		48	58
	64	50		48	59
	66	50		48	61
	68	50		48	66
	69	50		49	45
	77	50		49	48
	78	50		45	34
	81	50		45	44
	67	51		45	47
	49	52		45	49

Tabla 3.a (Continuación)

02/79

No. Accidentes	Dirección		No. Accidentes	Dirección	
	Carrera	Calle		Carrera	Calle
	45	50		52	49
	45	58		52	50
	45	67		52	52
	45	68		52	54
	45	70		52	55
	45	71		52	56
	45	73		52	60
	45	76		52	61
	45	77		52	64
	45	83		52	71
	45	84		52	73
	46	42		52	75
	46	45		52	80
	46	48		52	81
	46	53		52	82
	46	57		52	89
	46	58		52	90
	47	53		53	46
	47	57		53	48
	49	45		53	50
	49	48		53	51
	49	59		53	56
	49	68		53	65
	49	77		53	67
	49	82		54	37
	49	83		54	52
	49	84		54	53
	49	89		54	56
	49	99		55	37
3-6	50	10	3-6	55	41
	50	37		55	48
	50	41		55	49
	50	44		55	51
	50	46		55	59
	50	52		55	65
	50	56		55A	50
	50	68		57	43
	51	54		57	45
	51	55		57	49
	51	56		57	54
	51	57		57	61
	51	58		59	45A
	51	59		59	48
	51	60		62	44A
	51	61		64	67
	51	62		64C	48
	51	78		64C	48
	51D	55		64C	50
	51D	57		64C	65
	52	2		64C	70
	52	7		64C	74
	52	25		64C	75
	52	37		64C	75A
	52	41		64C	78
	52	45		64C	80
	52	46			

Tabla 3.a (Continuación)

02/79

No. Accidentes	Dirección		No. Accidentes	Dirección	
	Carrera	Calle		Carrera	Calle
3-6	64C	89	7-9	76	30A
	64C	90		70	30
	64C	93		66B	30
	64C	102		55	44
	64C	105		70	44
	65	25		80	44
	65	30		38	49
	65	44		43	49
	65	75		51	50
	65	80		55	50
	65	93		74	50
	65	96		45	52
	66B	33		48	57
	66B	34		48	58
	66B	36		52	67
	69	73		80	35
	70	30		80	44
	70	31		80	48
	70	42		80	53
	70	44A		80	65
	70	48			
	70	50		65	50
	70	53		57	50
	74	49		54	50
	76	22		53	50
	76	30		45	49
	80	34		51	49
	80	46		50	44
	80	48A	10-12	52	44
	80	50		51	41
	80	54		51	45
	81	30A		52	53
	81	34		57	44
	81	35		46	52
	82	98		54	51
	92	35		53	54
	99	43		57	56
	199N	105			
7-9	45	48	13-15	52	50
	45	53		49	49
	45	66		46	49
	46	37		51	46
	46	41		51	44
	46	44		65	33
	46	50		52	50
	46	54		51	44
	49	46		50	52
	50	49		53	53
	50	57			
	51	37	16-18	64C	104
	51	48		53	67
	51	52			
	52	57			
	64C	103			
	65	50			

Iluminación (en un punto de una superficie). Relación entre el flujo luminoso recibido por un elemento infinitamente pequeño de esta superficie que rodea el punto considerado y el área de este elemento.

Lux. Unidad de iluminación. Corresponde a la iluminación de una superficie de un metro cuadrado, que recibe un flujo de un lumen uniformemente repartido.

Intensidad luminosa (en una dirección). Relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente o por un elemento de fuente en un cono infinitamente pequeño, que tiene por eje esta dirección y el ángulo sólido del cono.

Candela. Unidad de intensidad luminosa. La magnitud de la candela es tal que la luminancia del radiador integral a la temperatura de solidificación del platino sea de 60 candelas por centímetro cuadrado.

Flujo luminoso. Magnitud característica de un flujo de radiación que indica su aptitud para producir una sensación luminosa, evaluada según los valores de la eficiencia luminosa relativa.

Lumen. Unidad de Flujo. Flujo luminoso emitido en el ángulo sólido unitario (estereorradian), por una fuente puntual uniforme que produce una in-



tensidad de una candela.

Para hacer la evaluación completa del nivel de iluminación, se han tenido en cuenta también los niveles de iluminación recomendados por Icontec respecto a tipo de iluminación y requerimientos de la misma, según que la calzada sea clara u oscura. Esto se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4. Tipo de iluminación e iluminaciones recomendadas. Valores iniciales. Factor medio de depreciación 0,7

Tipo de iluminación	Iluminación media generalmente necesaria en Luxes	
	Calzada clara	Calzada oscura
Tipo 1	15 - 20	30 - 40
Tipo 2	10 - 20	20 - 40
Tipo 3	5 - 10	10 - 20
Tipo 4	5	5 - 10

Fuente: ICONTEC. Código Colombiano de alumbrado público. Norma Icontec 900. 1975.

De los datos dados en la Tabla 4, se ha considerado conveniente definir lo que son tipos de iluminación.

Tipo 1: Corresponde a vías muy importantes en cuanto a velocidad de circulación y tránsito de automóviles. El tránsito de peatones es muy reduci-

do y la necesidad de tener en cuenta los colores es de mediana importancia.

Tipo 2: Corresponde a vías en las cuales el tránsito de automóviles y de peatones es muy importante. La necesidad de tener en cuenta los colores es muy importante.

Tipo 3: Corresponde a vías en las que la velocidad de circulación, el tránsito de peatones y la necesidad de tener en cuenta los colores es de mediana importancia.

Tipo 4: Corresponde a vías en las que la velocidad de circulación es importante. El tránsito de vehículos, peatones y la necesidad de tener en cuenta los colores es reducida.

Tipo 5: Velocidad de circulación y tránsito de automóviles muy reducida. El tránsito de peatones y la necesidad de tener en cuenta los colores es importante.

De acuerdo con la tabla antes citada y las definiciones dadas, se puede observar que el tipo de iluminación aceptable para la mayoría de las vías del centro de la ciudad es el 2, y un nivel de iluminación de 20-40 luxes, según las normas de Icontec. No obstante, este nivel se considera bajo, si

se compara con el aplicado en países tales como Canadá, donde el nivel mínimo es de 25 luxes (1).

Como se ha señalado al comienzo de este trabajo, la iluminación pública tiene incidencia en muchos problemas de carácter social que pueden presentarse en un conglomerado urbano. Por esta razón, se analizará en esta parte in extenso lo referente al nivel de iluminación, tanto desde el punto de vista técnico, como de su relación con otros indicadores, como el considerado en el numeral anterior.

La incidencia de la deficiencia de iluminación en el grado de accidentalidad ha sido comprobada en muchos países, donde se han investigado las interrelaciones entre esos dos indicadores; así por ejemplo, en Toronto Canadá (2) se encontró que a medida que aumentaba el volumen de tráfico y la velocidad, también crecía el número de accidentes nocturnos; un análisis de tal situación, demostró que la diferencia de luz era una de las causas de la accidentalidad; al aplicar como una de las soluciones, el aumento del nivel luminoso, se encontró una reducción significativa en la ocurrencia de tales accidentes.

---

(1) CASS, S. y GEORGE, J.D. Bulevar Don Valley, Toronto. Revista Internacional de Luminotecnia, Stichting Prometheus', Holanda. 1977/1. p. 17

(2) Ibid, p. 17.

No obstante lo anterior, es necesario tener en cuenta que además de la deficiencia de iluminación, incide en la accidentalidad otra serie de factores tales como: forma y amplitud de la vía, pendiente y tipo de pavimento, velocidad, flujo de tráfico, factores humanos y otros de difícil evaluación.

Para estudiar la influencia del nivel de iluminación en la accidentalidad, se retomaron los datos obtenidos en el estudio de accidentalidad, con el fin de evaluarlos y poder correlacionar el grado de accidentalidad con las deficiencias o no de alumbrado público en los sitios donde el problema es más agudo.

En consecuencia se considerará el nivel de iluminación correspondiente a los cruces analizados antes y que se muestran en la Tabla 5.

### 2.3.1 Características de los cruces.

Con el fin de hacer una evaluación de cada uno de los factores que influyen en el nivel de iluminación de los cruces, a continuación se hace una descripción de las características de los 17 cruces escogidos. Estas se refieren a arborización, material y estado de los andenes, material y número de carriles y sentido de las vías, existencia o no de iluminación, se-

TABLA 5. Cruces considerados para el análisis del nivel de iluminación.

Cruce		Cruce	
Carrera	Calle	Carrera	Calle
45	49	54	50
50	49	57	44
		49	49
51	41	51	44
51	45	51	46
51	49	52	50
52	44	51	50
52	53	51	53
53	50	53	53

maforización y señalización de las vías. Esta información se encuentra en la Tabla 6.

De acuerdo con la información observada en la tabla anterior, de los cruces analizados solamente cuatro tienen arborización, los 13 restantes no la poseen.

En cuanto a la descripción de la vía, en 10 cruces los andenes son de arenón y el resto de concreto, siendo su estado: bueno 4, regular 9 y malo 4.

Detalles de los cruces considerados para el análisis del nivel de iluminación

Cruce	Alojamiento	Distribución de la Vía				Vías				Iluminación				Señalización	Señalización				Observaciones		
		Avenidas		Espacio	Material	Carreteras				Calle					Carretera		Calle				
		Material	P, P, M.			Carreteras				Calle					Piso	Ped	Piso	Ped			
						Carreteras				Calle											
						N	S	E	OE	N	S	E	OE								
Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No						
U-40	X	Concreto		X	Asfalto	X		X	X		X	X			X	X	X	La luz de los fachados no aporta luz al cruce			
U-49	X	Arenón	X		Asfalto	X			X	X		X	X			X	X	Vías angostas. Congestión			
U-41	X	Arenón	X		Asfalto	X	X	X	X	X			X		X	X	-	X	La luz de fachada no aporta luz al cruce		
U-45	X	Concreto	X		Asfalto	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X	Exceso rutas de buses. La iluminación en fachada es mínima		
U-42	X	Arenón	X		Concreto Asfalto	X	X	X		X		X	X		X	X	-	-	Circulación ordenada. Eje a donde anda zona de parqueo buses		
U-48	X	Arenón		X	Asfalto	X		X		X			X		-	X	-	X	Paseo peatonal mal resuelto. Pésima iluminación. Exceso de tránsito.		
U-53	X	Arenón	X		Asfalto	X			X			X		X	-	X	-	-	Fachados sin iluminación exterior		
U-50	X	Arenón		X	Asfalto	X		X	X	X		X	X		-	-	-	X	No hay iluminación de fachada		
U-50	X	Concreto		X	Asfalto		X	X	X	X		X	X		-	X	X	X	Iluminación marquetinas que en nada contribuyen a la iluminación del cruce.		
U-44	X	Arenón		X	Asfalto	X	X	X	X	X		X		X	-	X	-	X	Solo hay iluminación en la cercanía de la glorieta		
U-49	X	Arenón		X	Asfalto Concreto	X		X	X	X		X	X		X	X	X	X	Los avisos luminosos no contribuyen a la iluminación del cruce		
U-44	X	Concreto		X	Asfalto	X	X	X	X	X		X	X		X	X	-	X	Avenida Bolívariana iluminada. San Juan con iluminación deficiente		
U-45	X	Arenón Concreto		X	Asfalto	X	X		X	X		X	X		X	X	-	-	Gran cantidad de peatones		
U-52	X	Arenón		X	Asfalto		X	X	X		X	X	X		-	-	-	-	La luz de los fachados no ayuda al cruce		
U-50	X	Arenón		X	Asfalto	X	X	X	X	X		X	X		X	-	X	-	No se ha resuelto el paso peatonal		
U-53	X	Concreto		X	Asfalto	X	X		X	X		X	X		-	-	-	-	Cruce de mucho tráfico.		
U-53	X	Concreto		X	Asfalto	X			X	X		X	X		X	X	X	X	Cruce muy congestionado. Iluminación deficiente. Exceso de tránsito.		

En las vías el material predominante es el asfalto, siendo los cruces de este material 16 y 1 de concreto.

Poseen iluminación en la carrera 15 y en la calle 13. En las entradas al cruce, en las carreras poseen señalización de piso 9, y de pedestal 8; en las entradas de las calles, existe señalización de piso en 6 y de pedestal en 11.

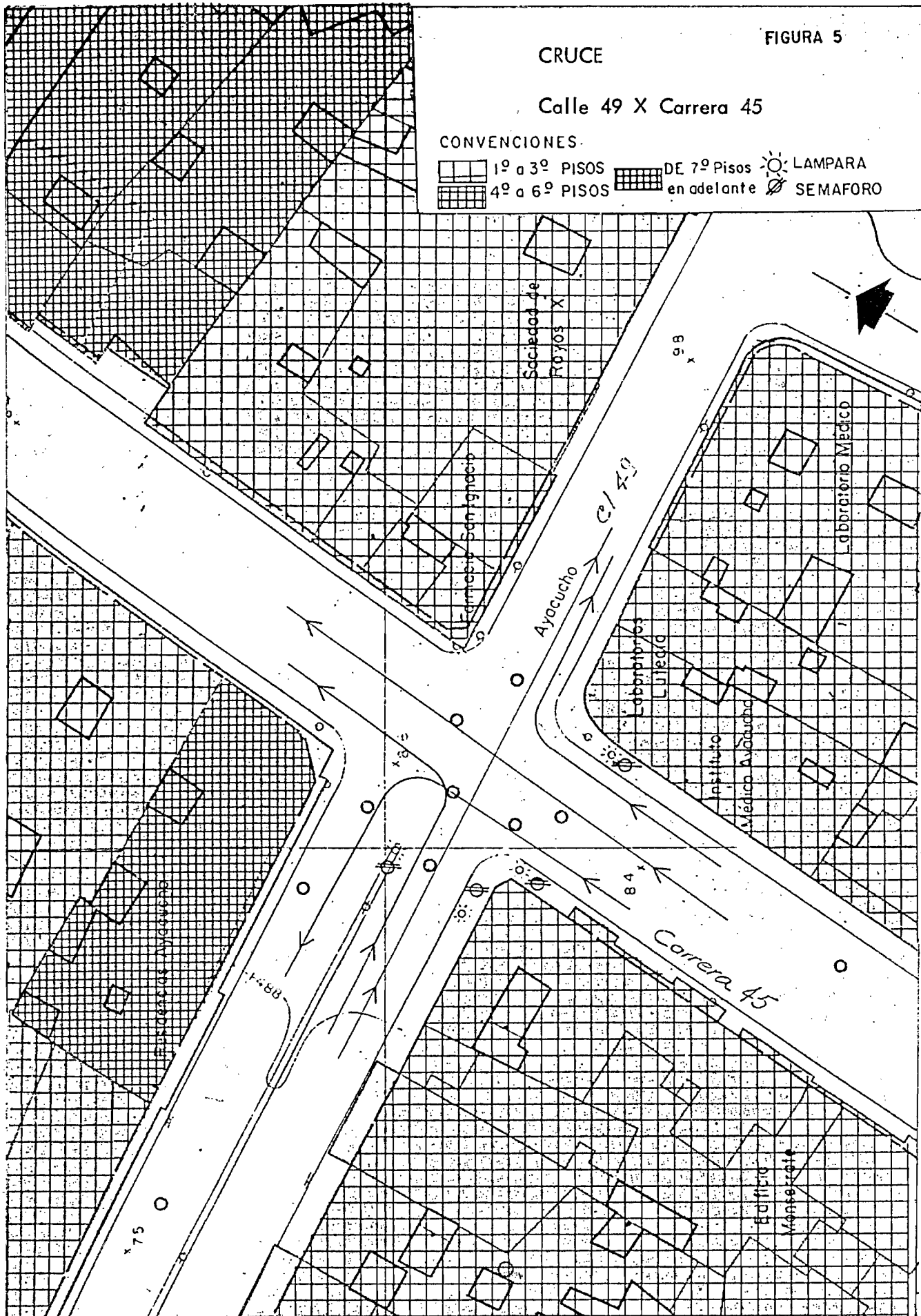
De estas vías poseen carriles en sentido norte 15, en sentido sur 11, en sentido este 12 y en sentido oeste 15. Existen semáforos en 16 cruces. En las Figuras 5 a 21, se muestran estos datos y el de altura de las edificaciones en los cruces.

### 2.3.2 Análisis del nivel de iluminación.

En cada cruce se dividió el área en retículas de 5 metros y se hizo el análisis en el punto de intersección de las líneas de dicha retícula, utilizando para ello las curvas isolux, características para cada tipo de lámpara (Figuras 22, 23, 24, 25 y 26).

Con ayuda de estos gráficos se determinó en cada punto el número de luxes, haciendo las interpolaciones y cálculos correspondientes para cada tipo de lámpara. El nivel de iluminación se obtuvo por la sumatoria de los luxes en

 1º a 3º PISOS   
  DE 7º Pisos   
  LAMPARA  
 4º a 6º PISOS   
  en adelante   
  SEMAFORO

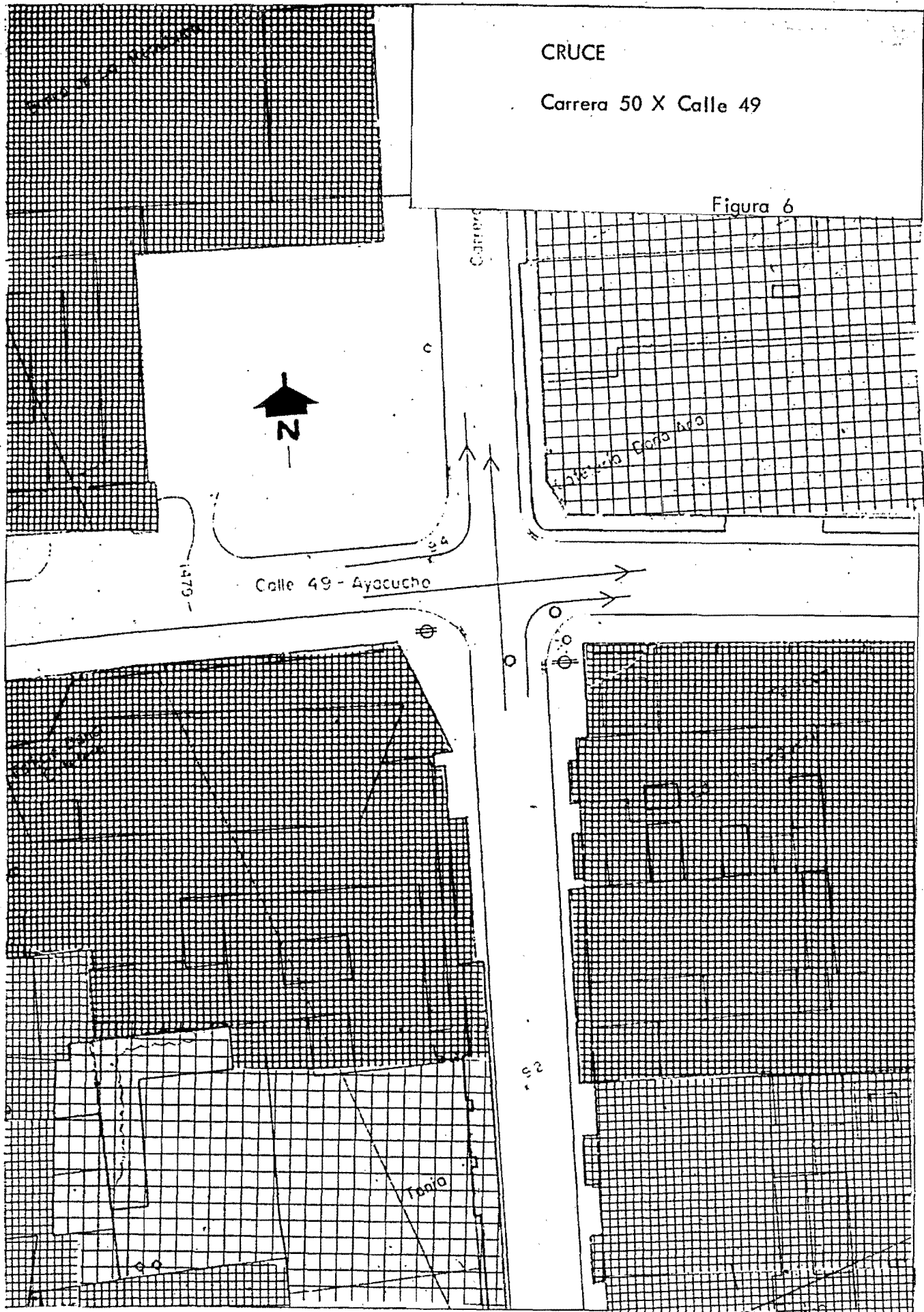




CRUCE

Carrera 50 X Calle 49

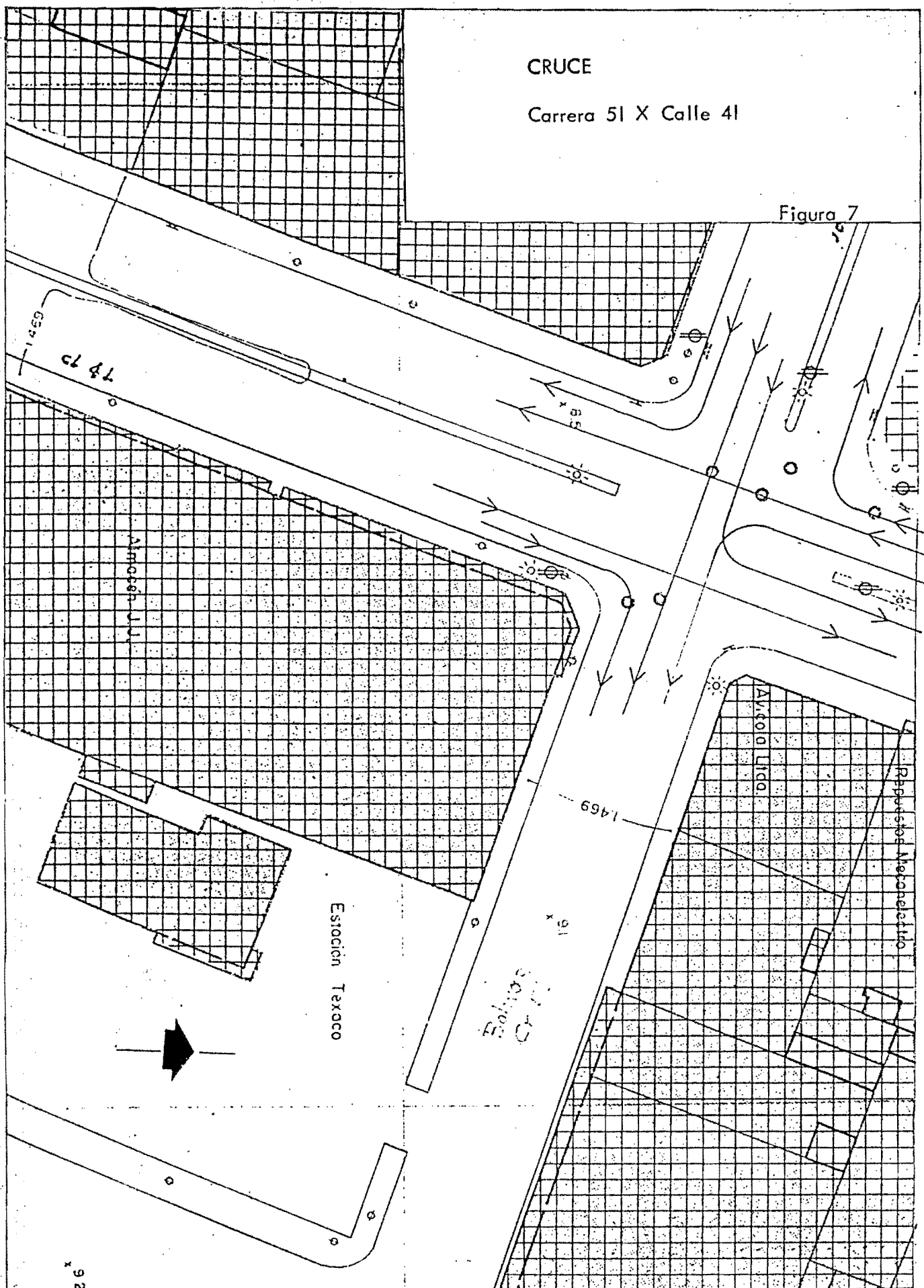
Figura 6



# CRUCE

Carrera 51 X Calle 41

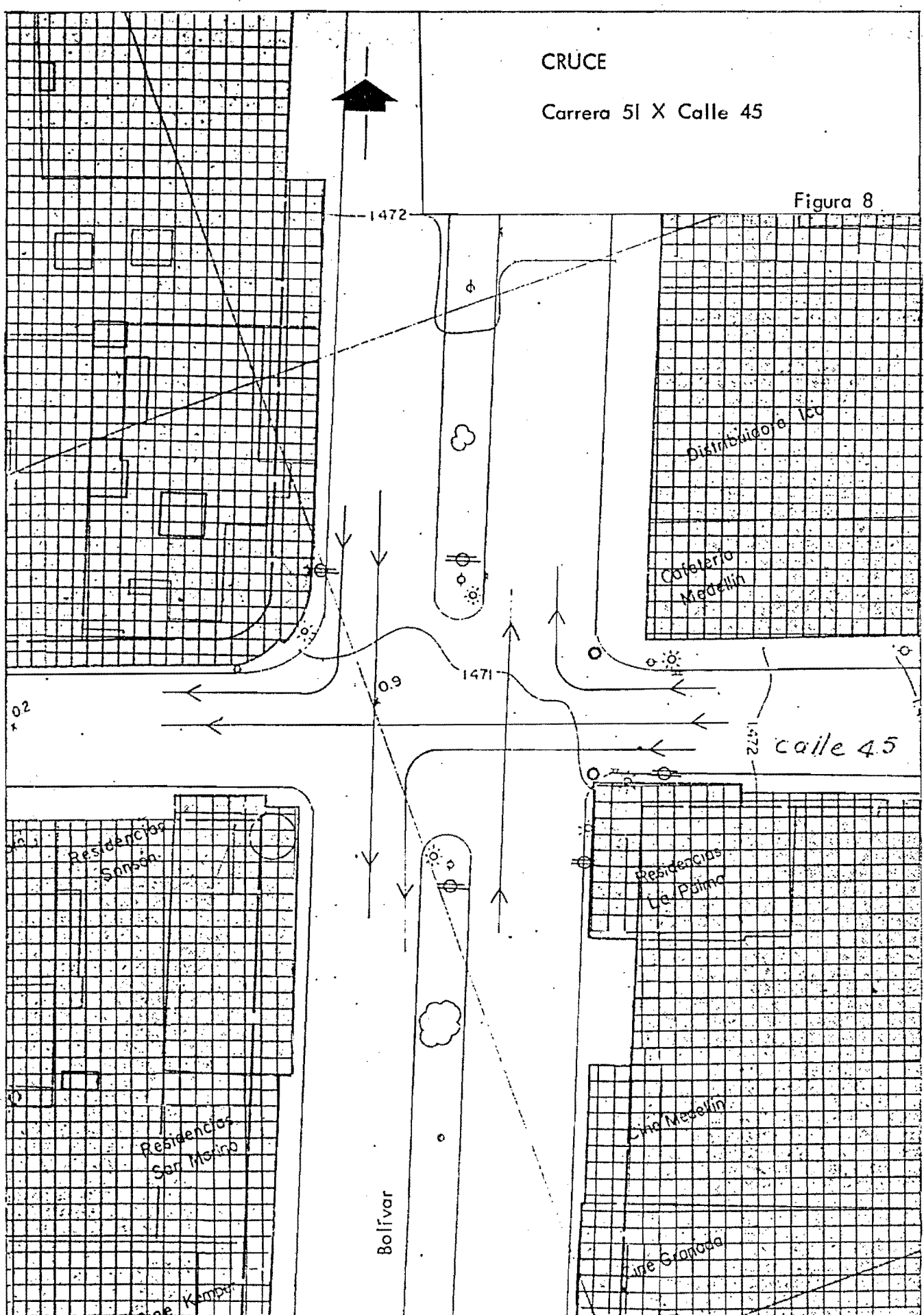
Figura 7



CRUCE

Carrera 51 X Calle 45

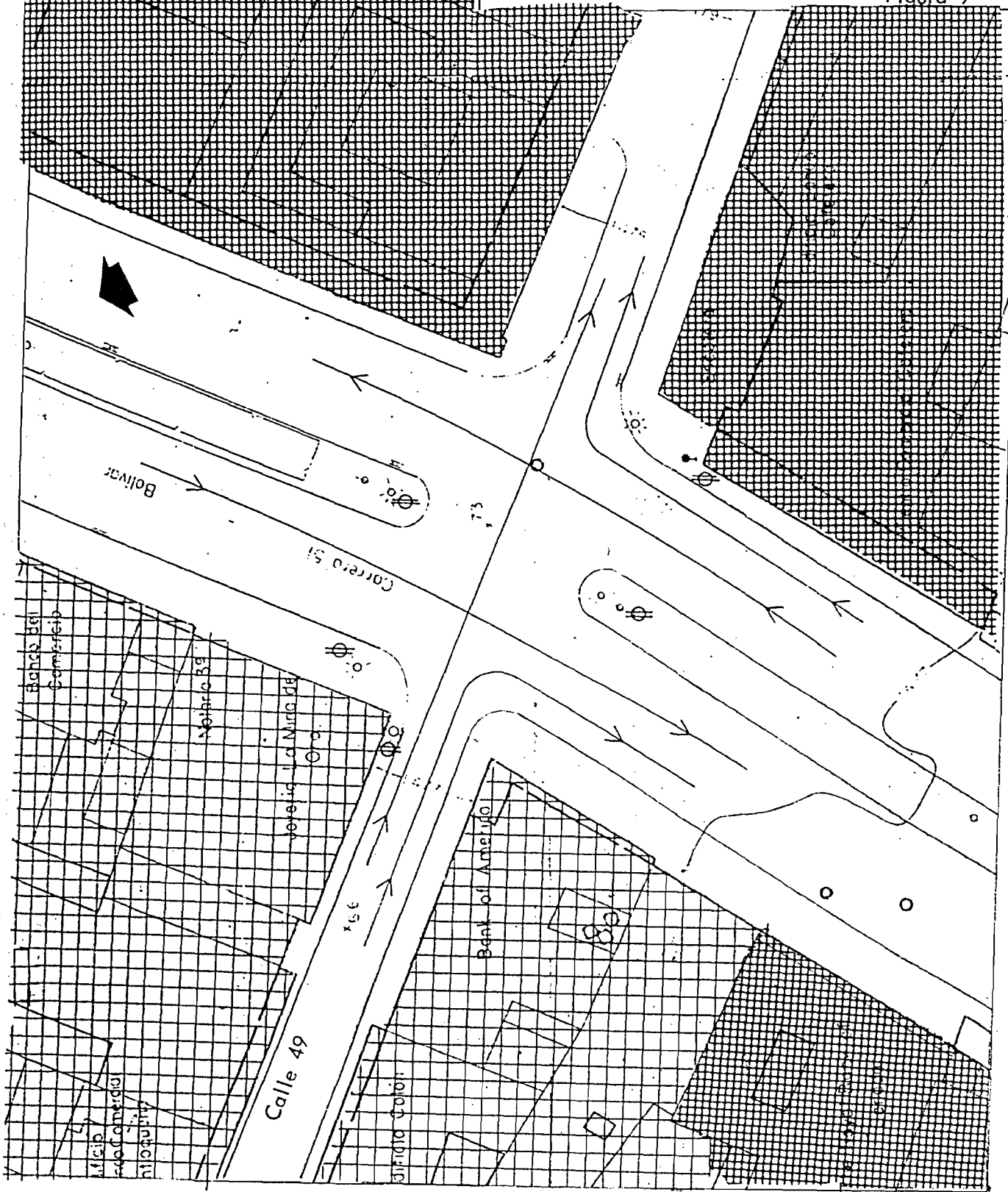
Figura 8



CRUCE

Carrera 51 X Calle 49

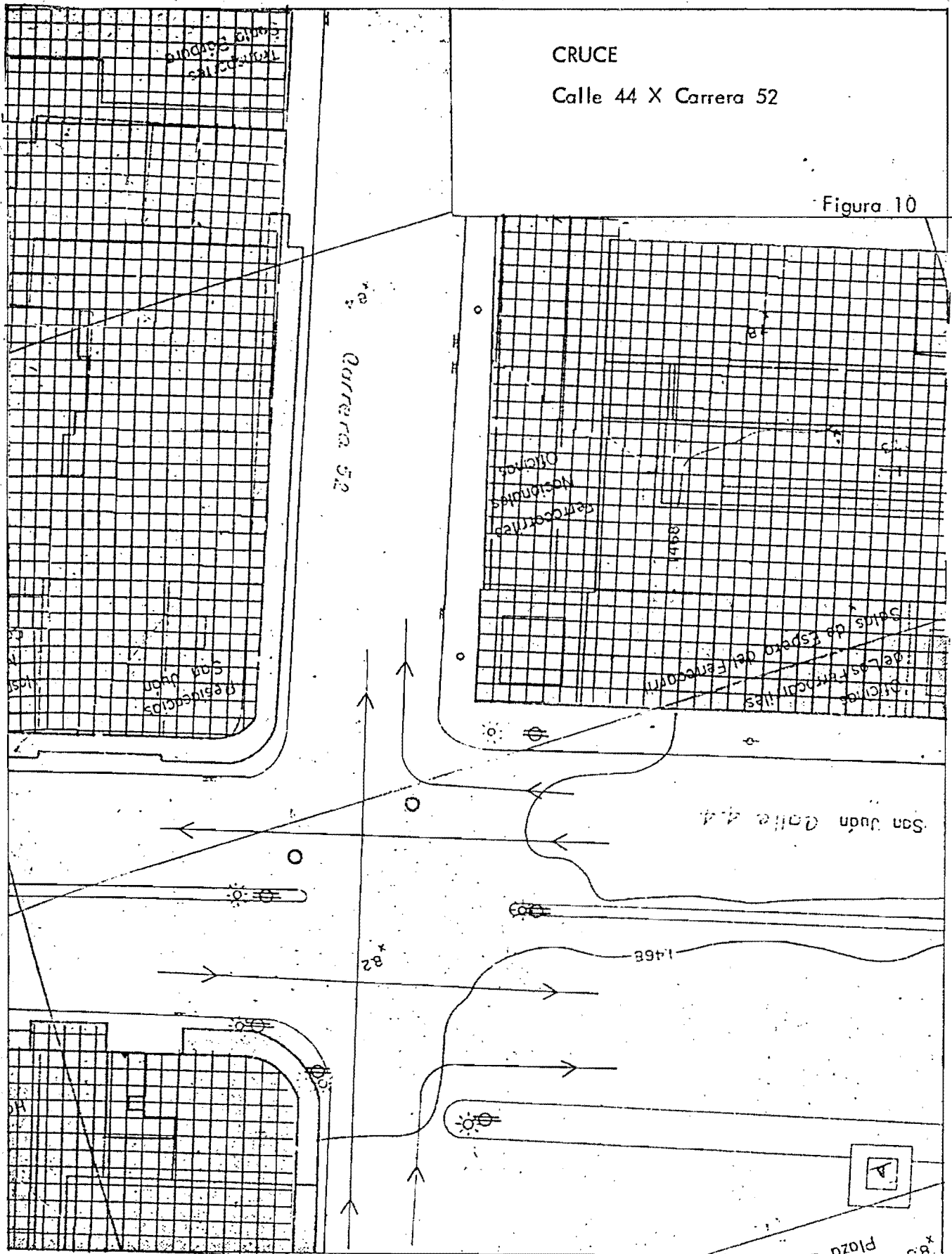
Figura 9



CRUCE

Calle 44 X Carrera 52

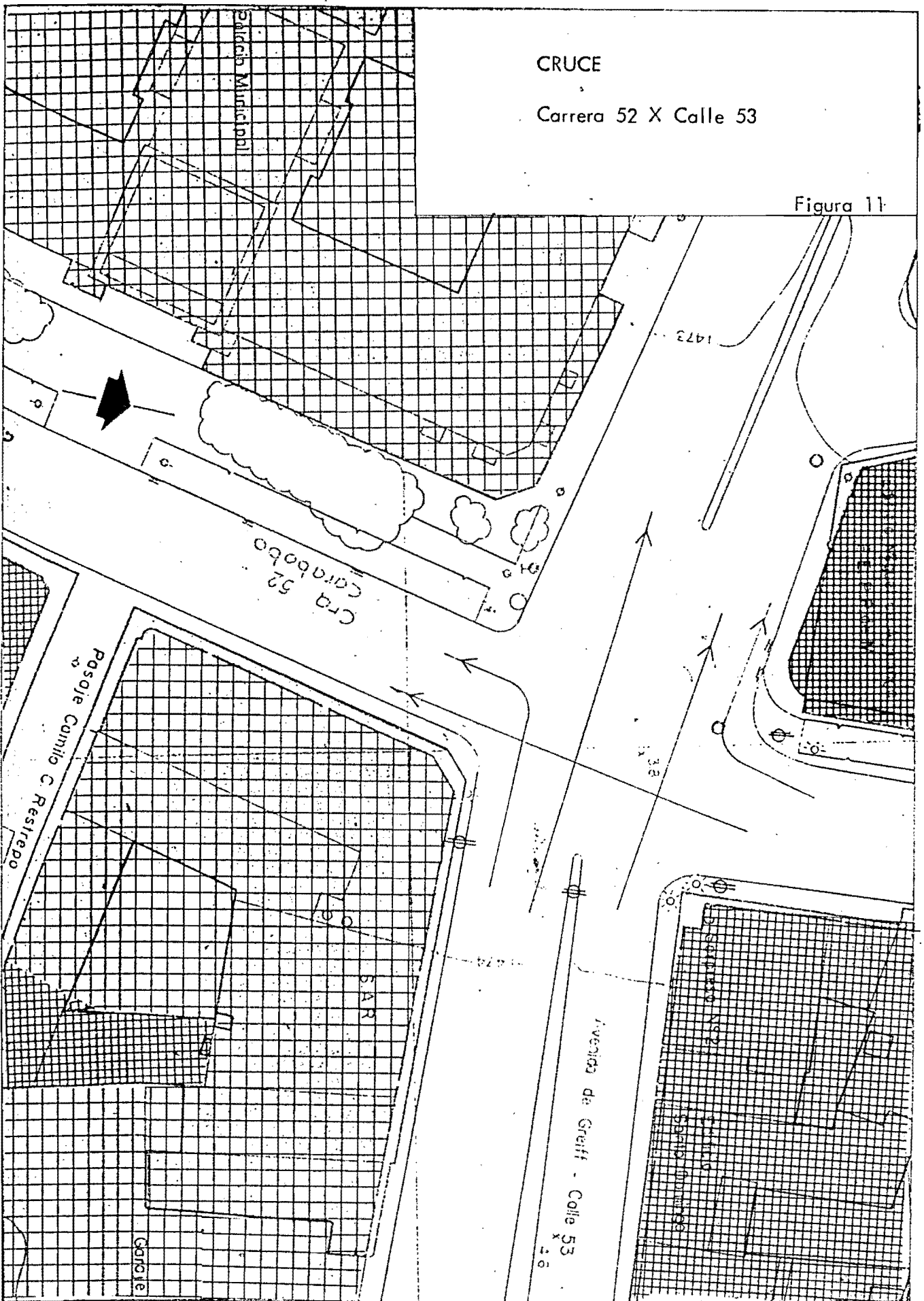
Figura 10



CRUCE

Carrera 52 X Calle 53

Figura 11

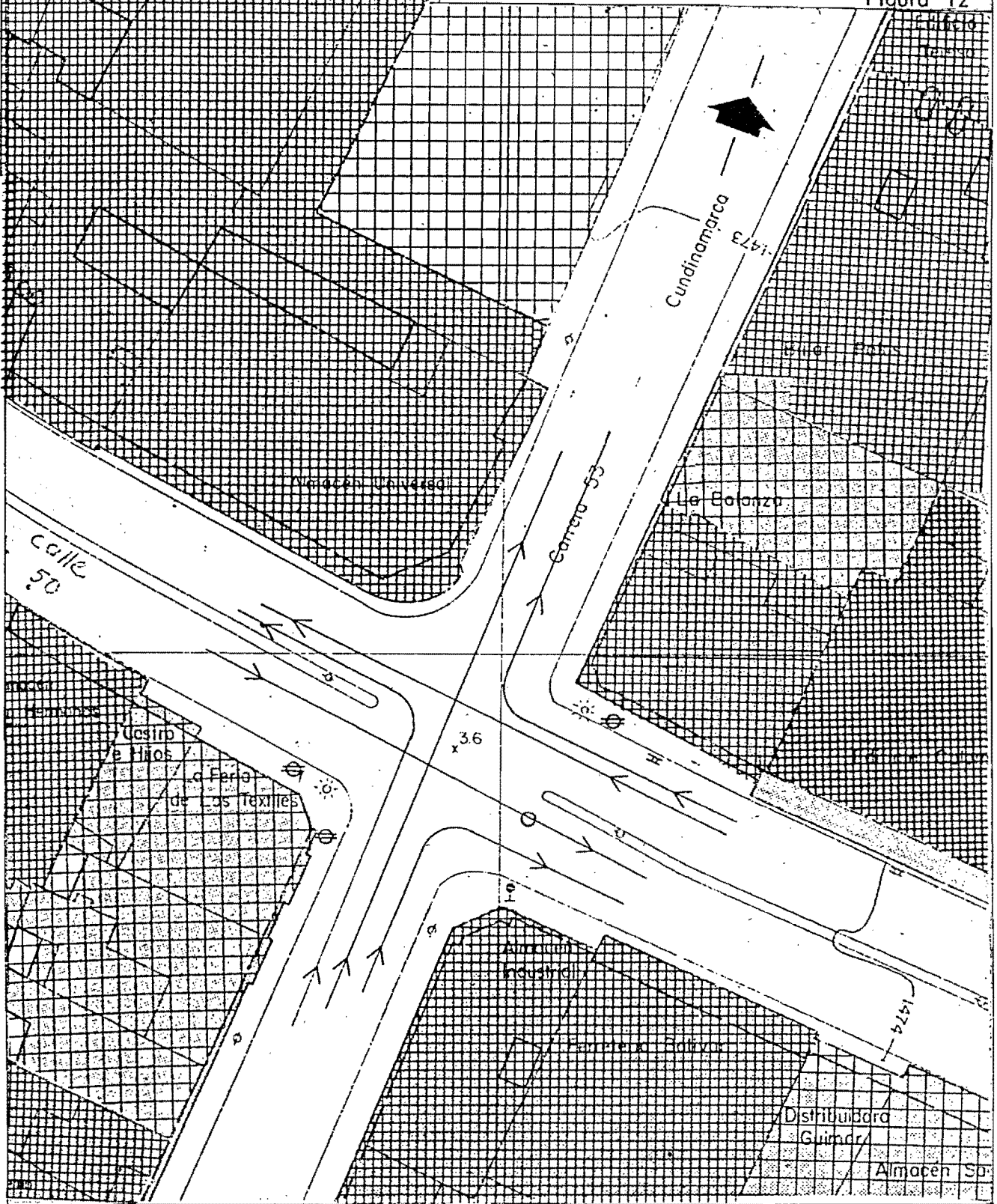




# CRUCE

Calle 50 X Carrera 53

Figura 12



Calle 50 X Carrera 54

CRUCE

Calle 50 X Carrera 54

Figura 13

Siemens

Almacén Copor

Almacén Bomberos

Almacén San Juan del Dios

Plásticos Antioquia

Farmacia Céspedes

Academia Sigma

Cine Alfonso

Edificio Juan Ane

Calle 50 - Colombia

Carrera 54. Cúcuta

Carrera 53

Carrera 55

Carrera 56

1472

1472.33

1475.30

1.8

2.2

1.4

FT-20

FT-20N

Calle 50 - Colombia

Carrera

Siemens

Amoré

lordines

Almócén	
Bombas	

San Juan  
de Dios

Plásticos  
Antioquia

Farmacia  
 Céspedes

Academia Sigma

~~FT-20N~~  
~~1472.30~~

Conflicto  
John Doe

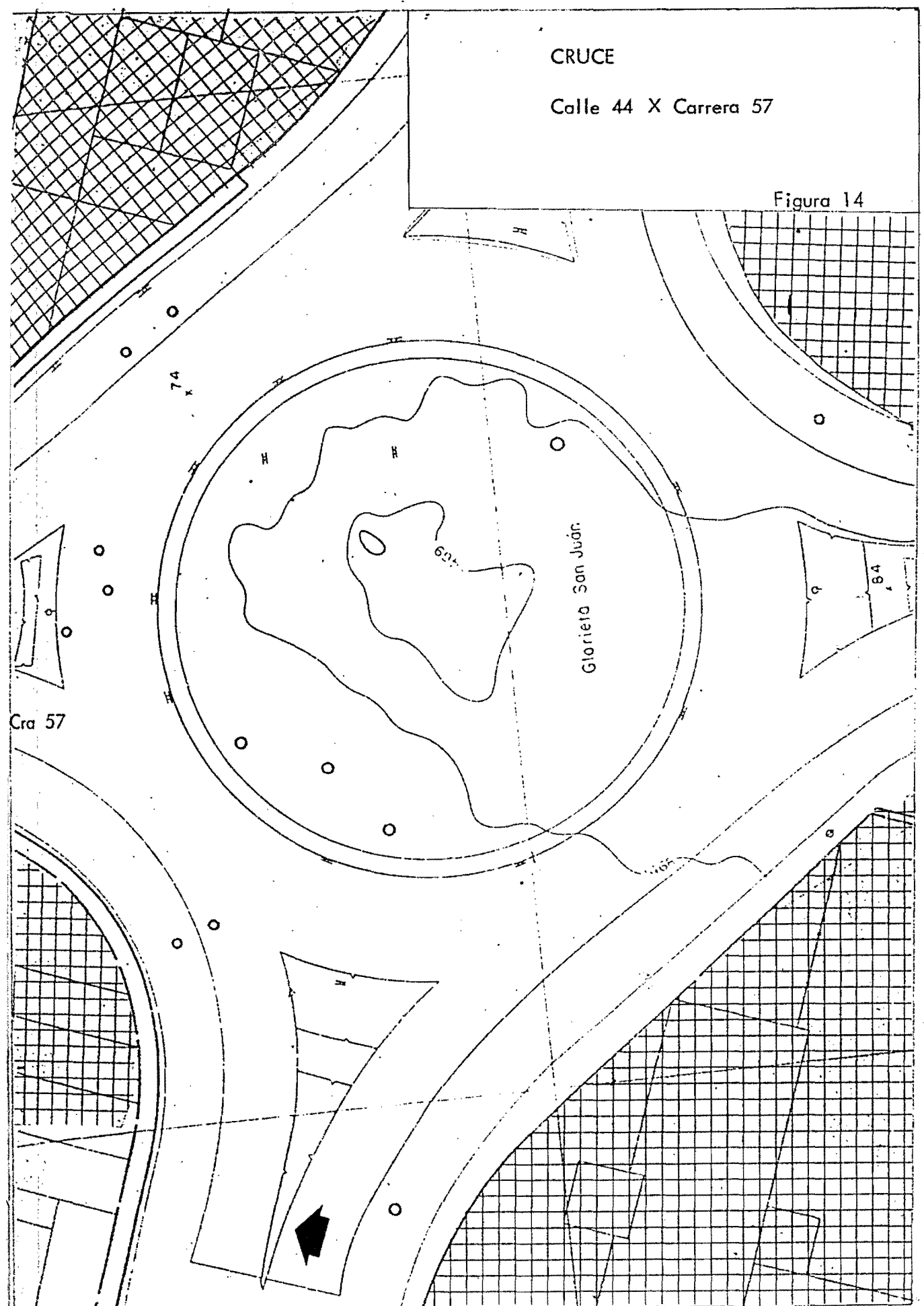
Carrera 54. Cúcuta



CRUCE

Colle 44 X Carrera 57

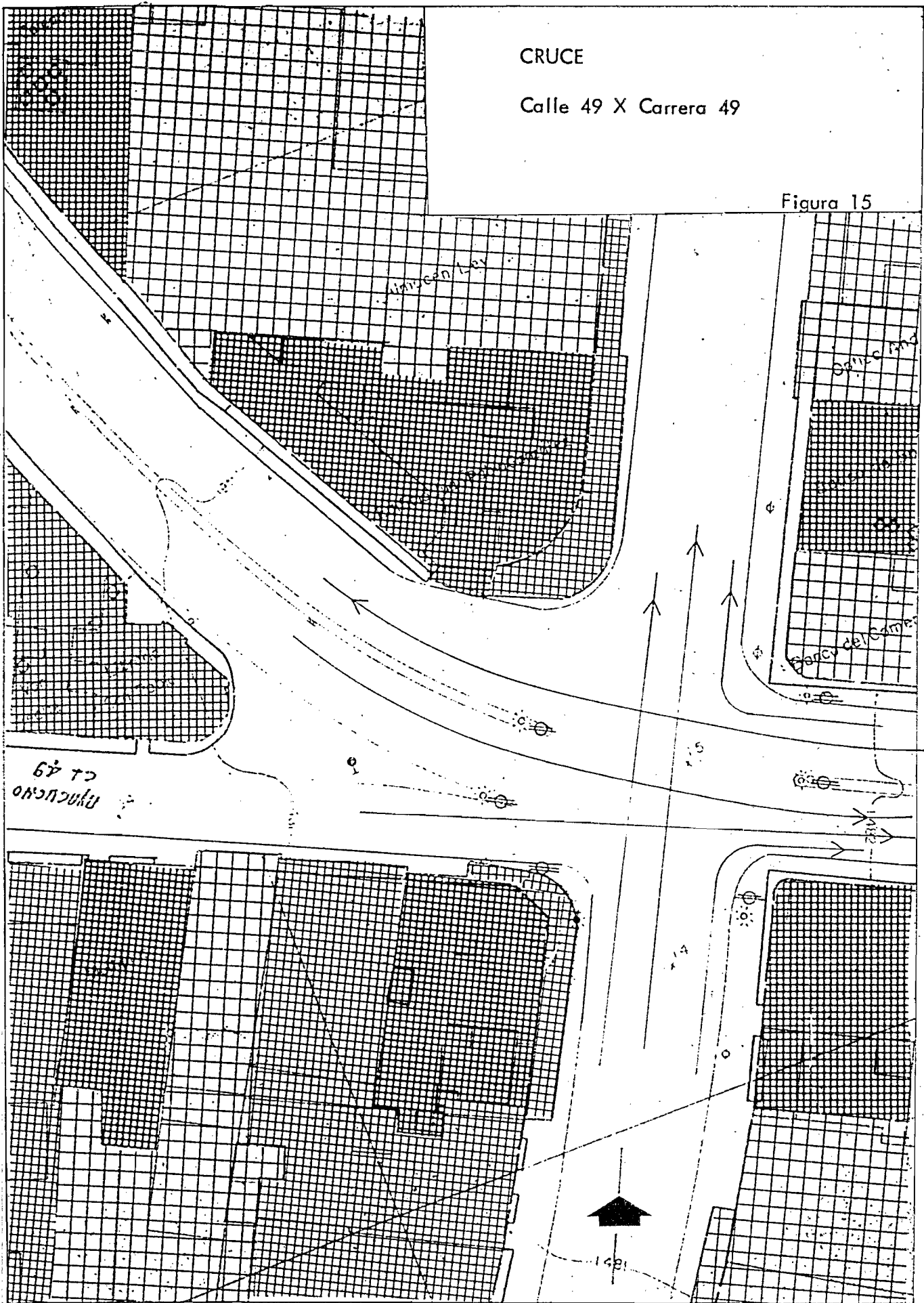
Figura 14



CRUCE

Calle 49 X Carrera 49

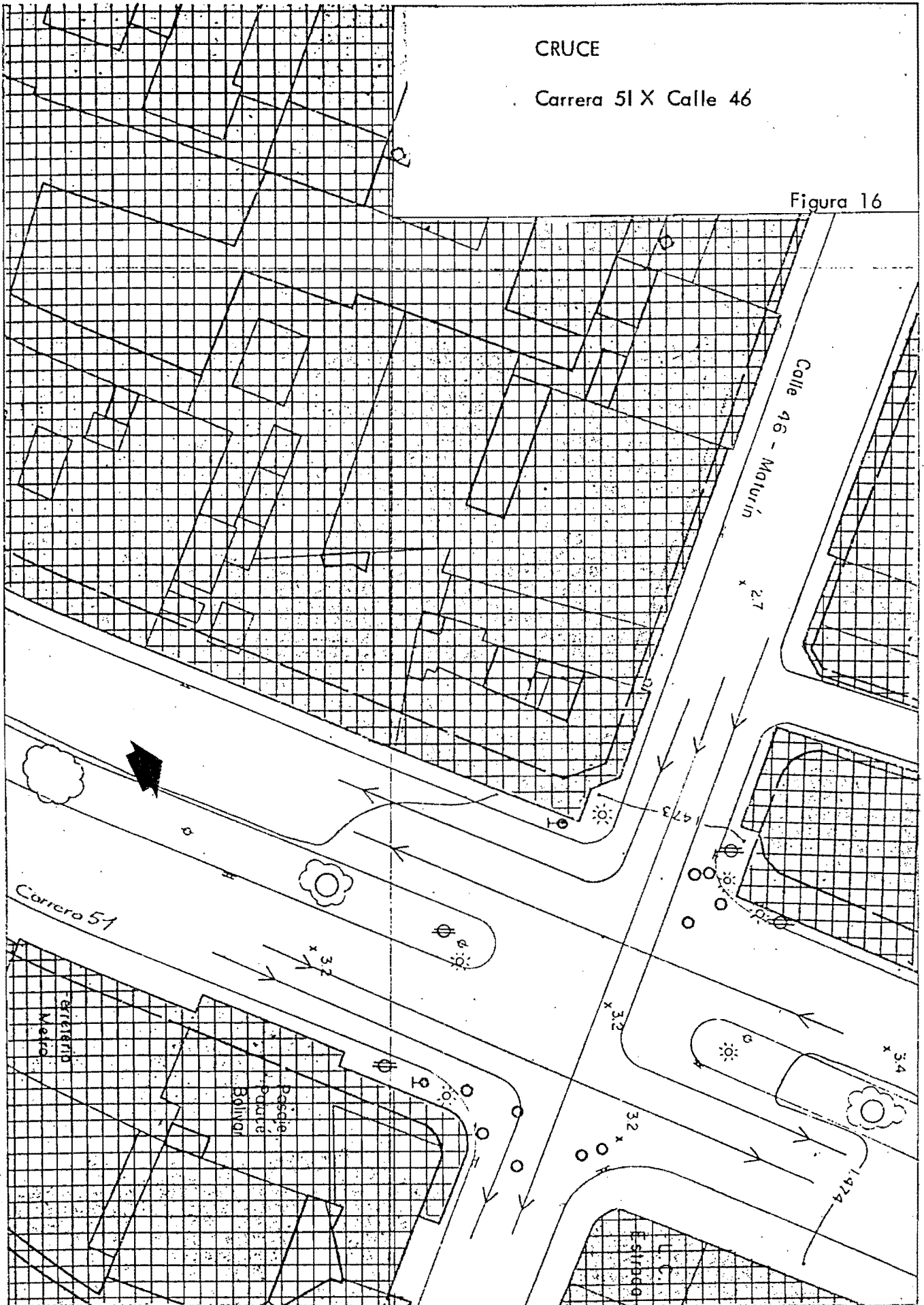
Figura 15



CRUCE

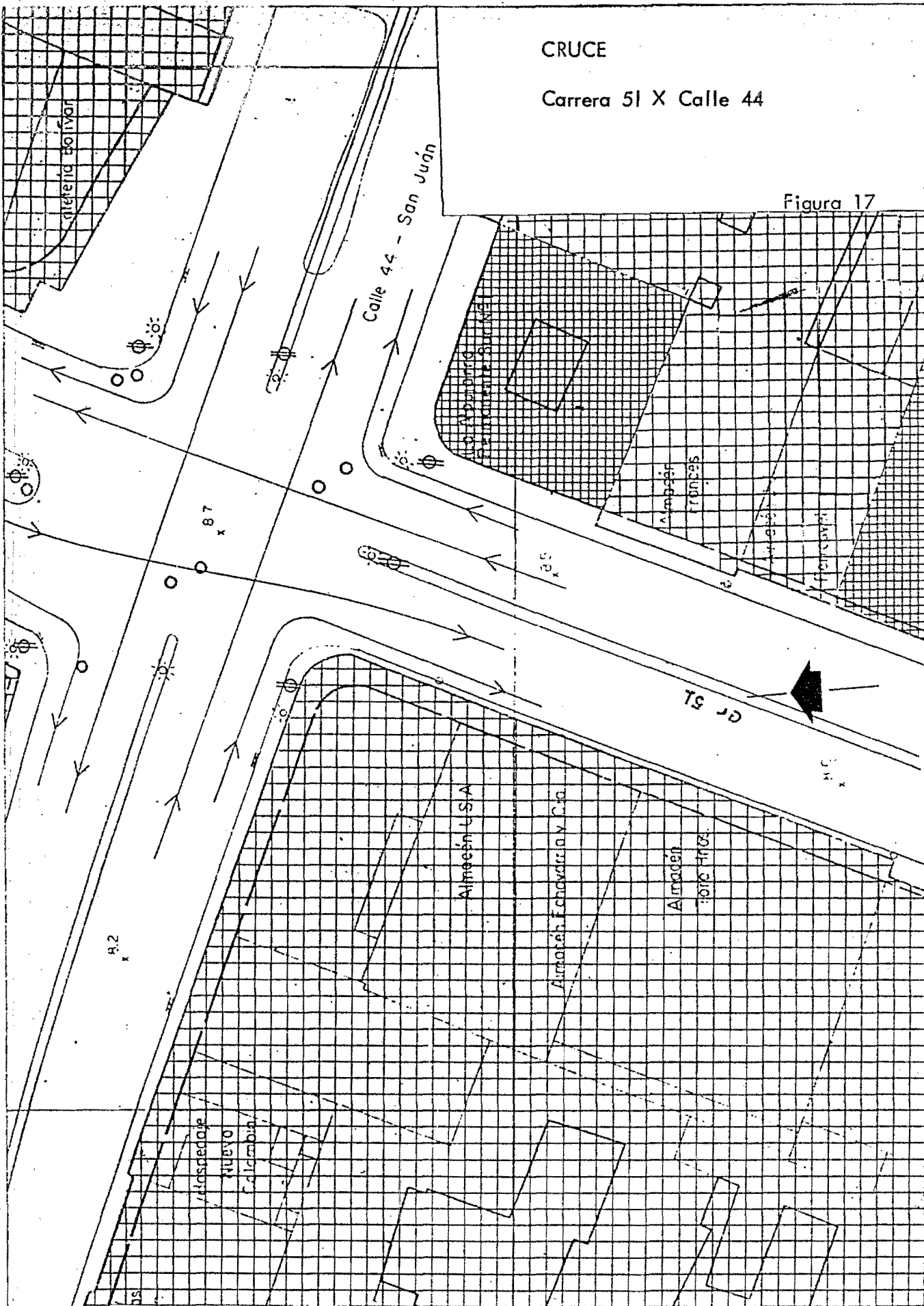
Carrera 51 X Calle 46

Figura 16



Carrera 51 X Calle 44

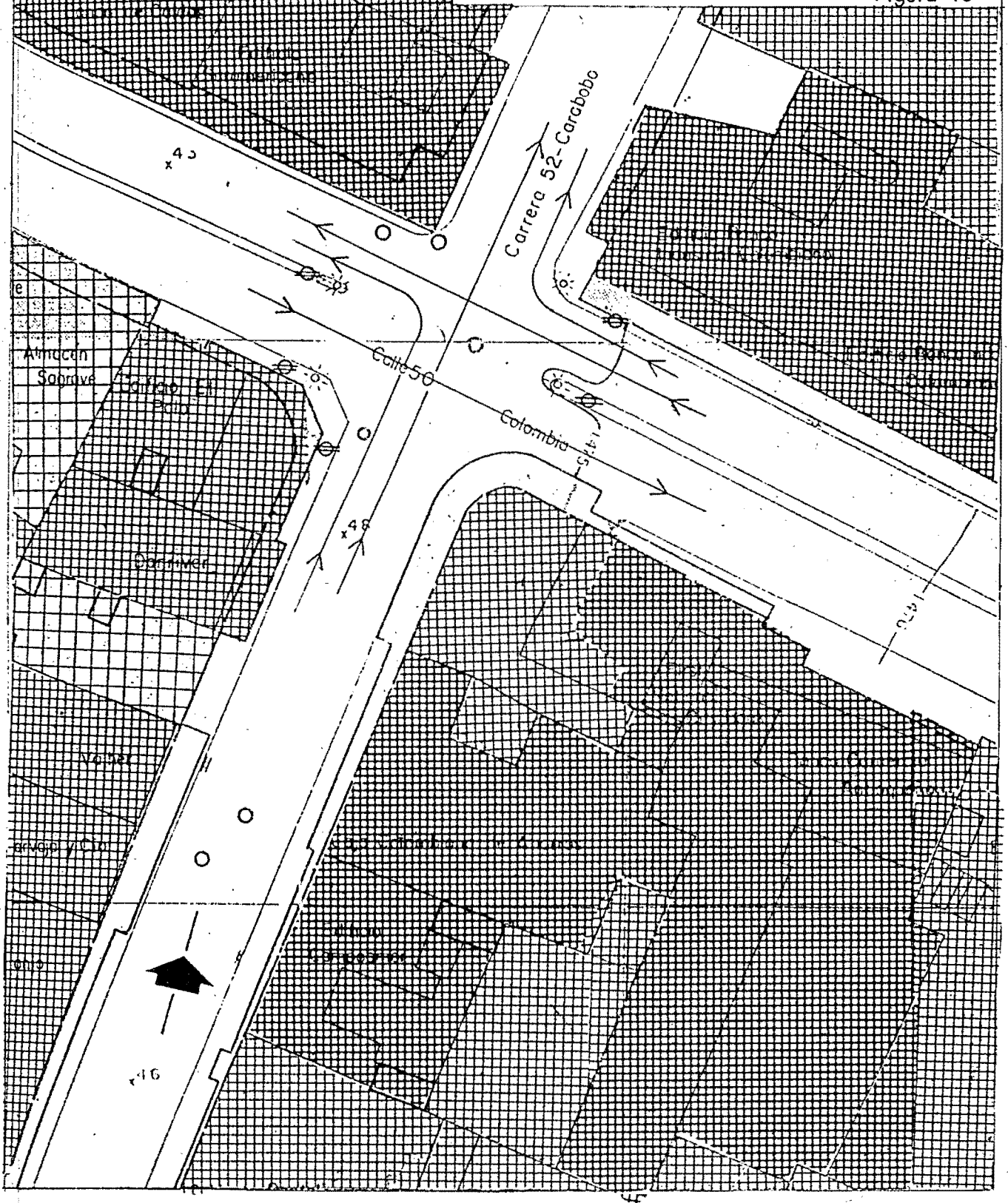
Figura 17



CRUCE

Calle 50 X Carrera 52

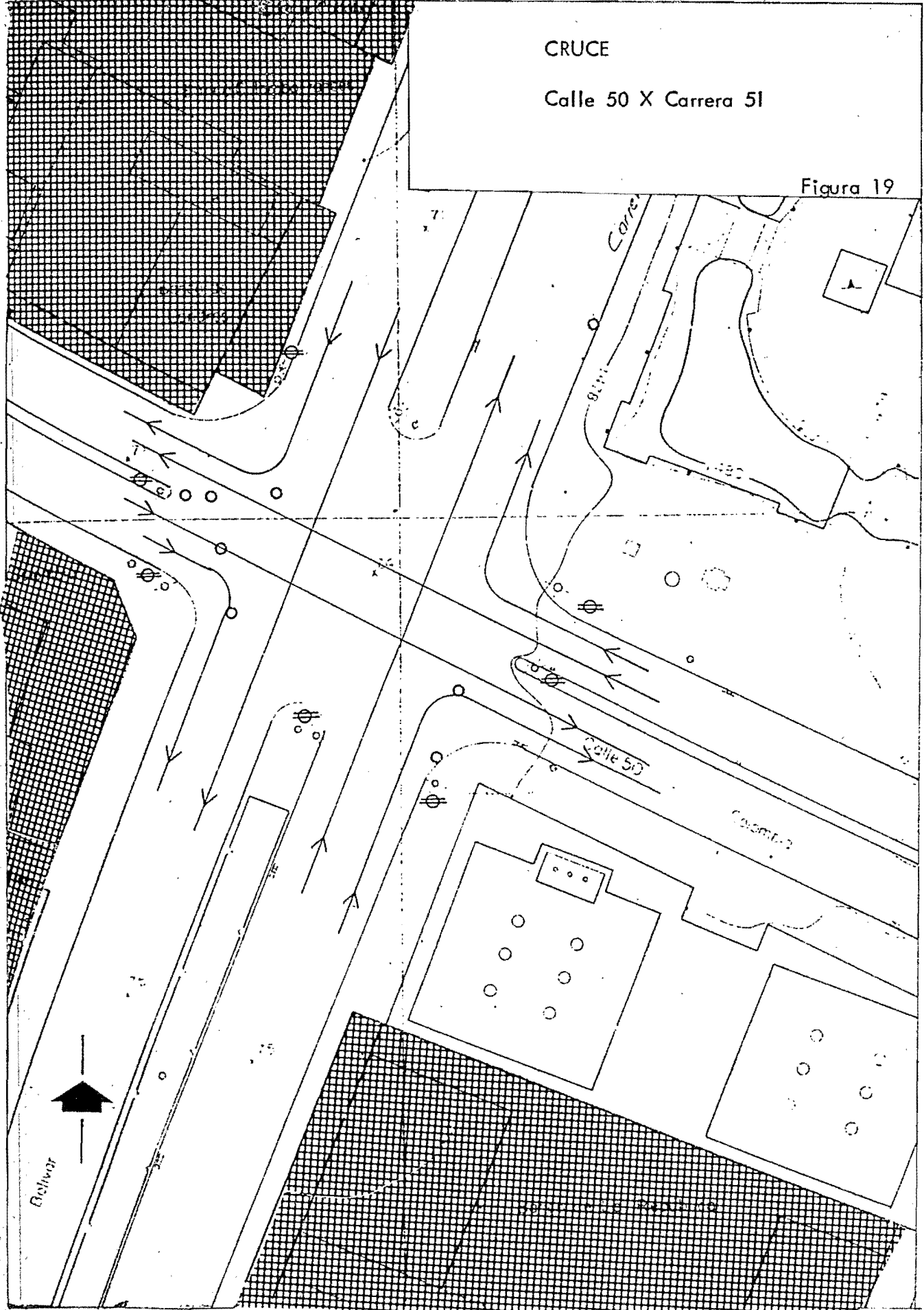
Figura 18



CRUCE

Calle 50 X Carrera 51

Figura 19

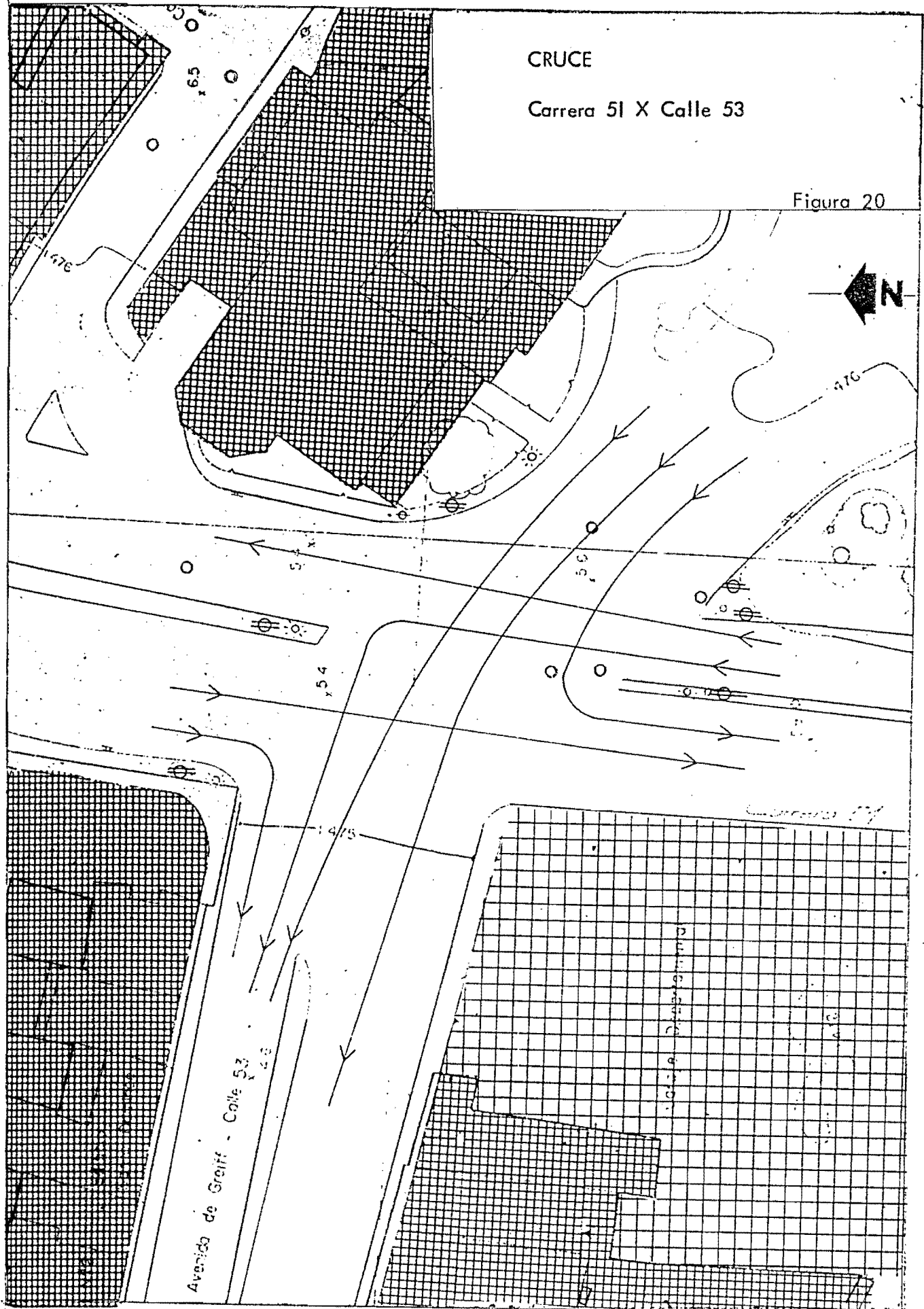




CRUCE

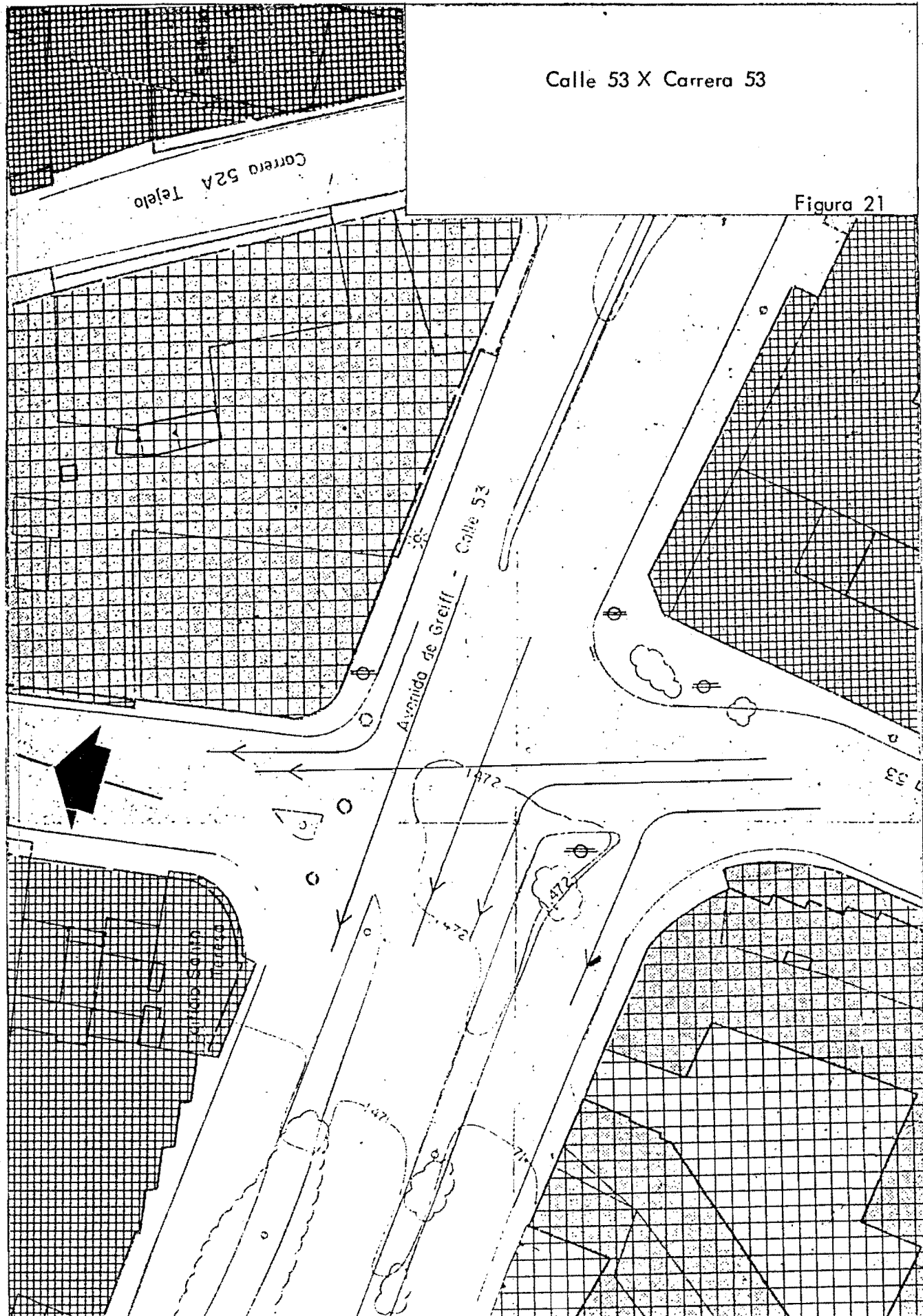
Carrera 51 X Calle 53

Figura 20



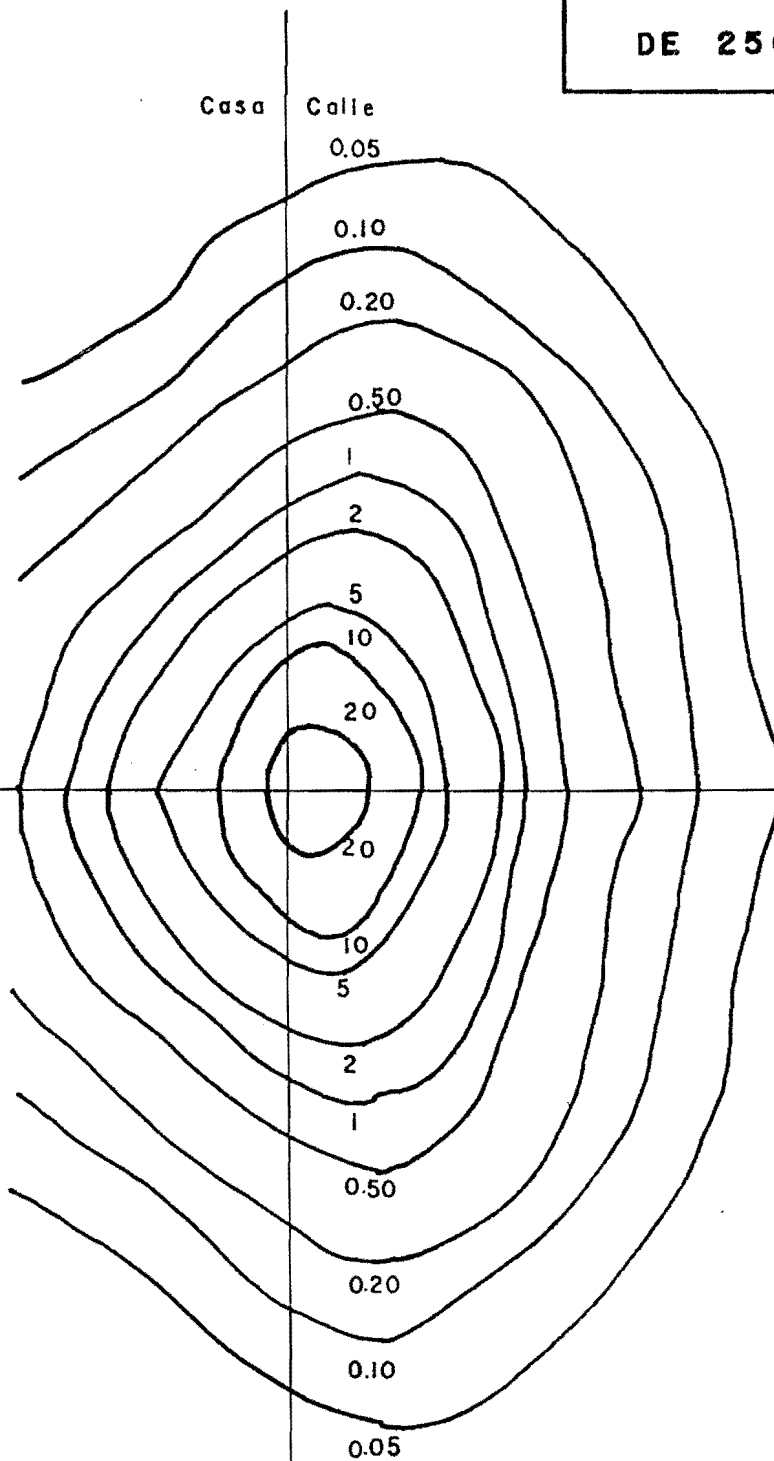
Calle 53 X Carrera 53

Figura 21





LAMPARA DE MERCURIO  
DE 250 VATIOS



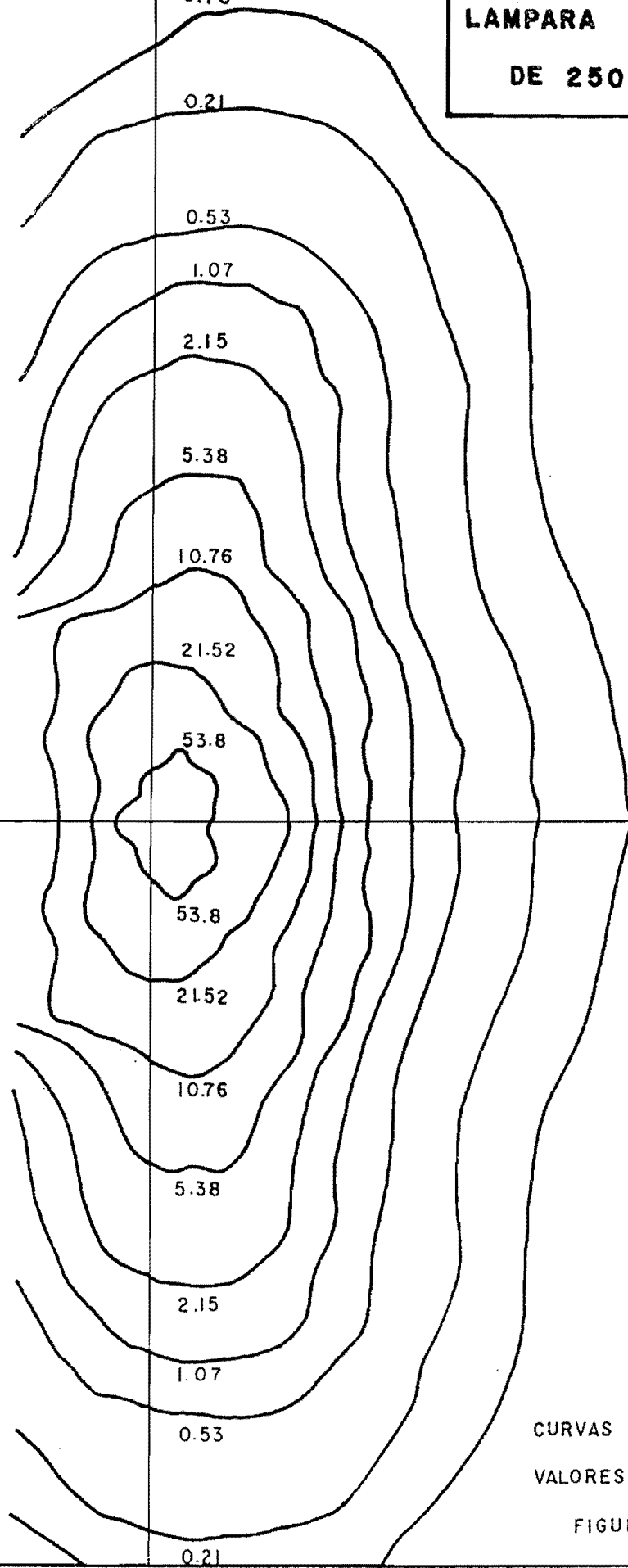
CURVAS ISOLUX

VALORES EN LUXES

FIGURA 22

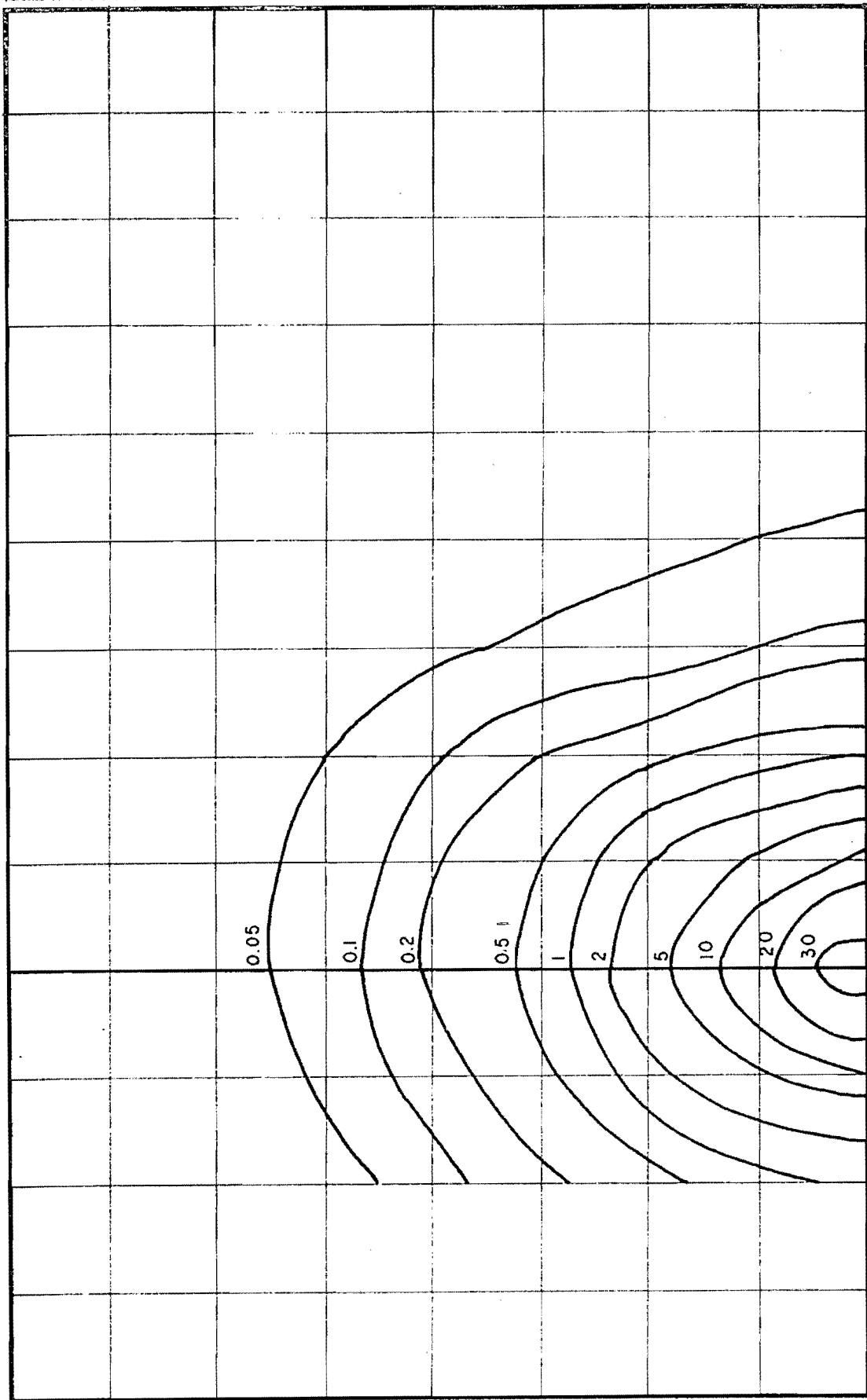
Casa Calle  
0.10

**LAMPARA DE SODIO  
DE 250 VATIOS**



CURVAS ISOLUX  
VALORES EN LUXES

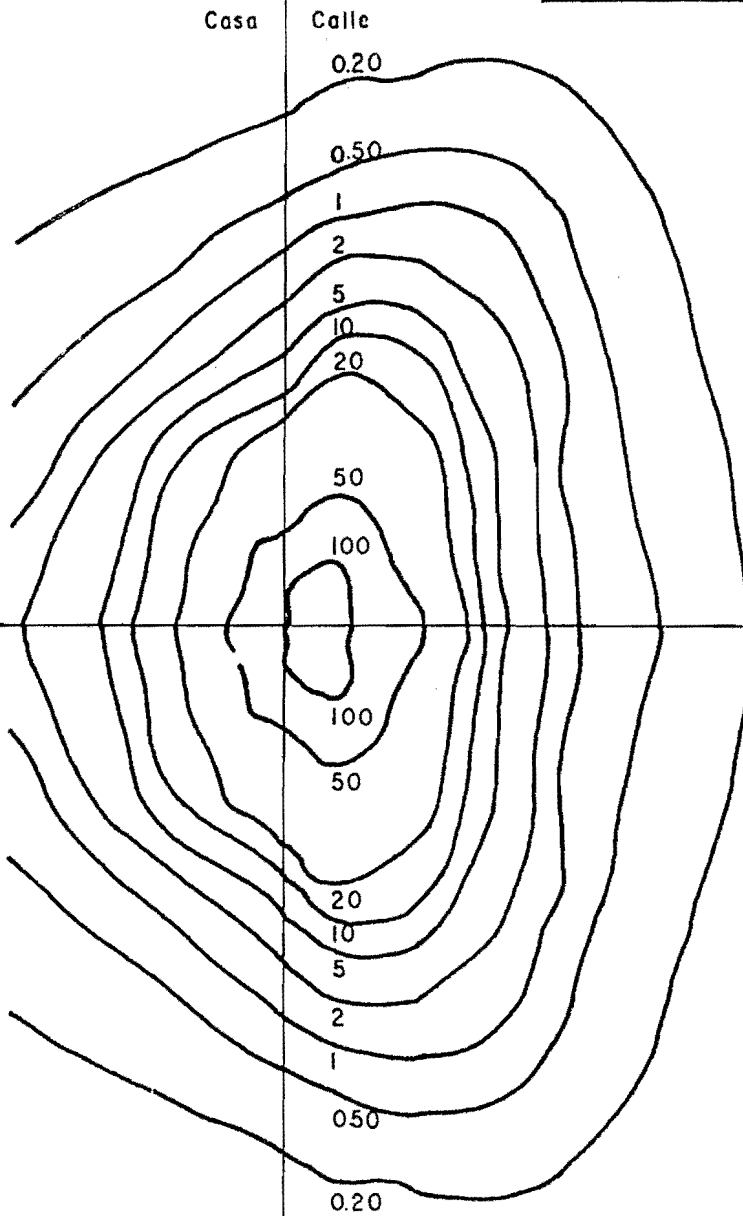
FIGURA 23



CURVAS ISOLUX  
VALORES EN LUXES  
FIGURA 24

LAMPARA DE MERCURIO DE 400 VATTIOS

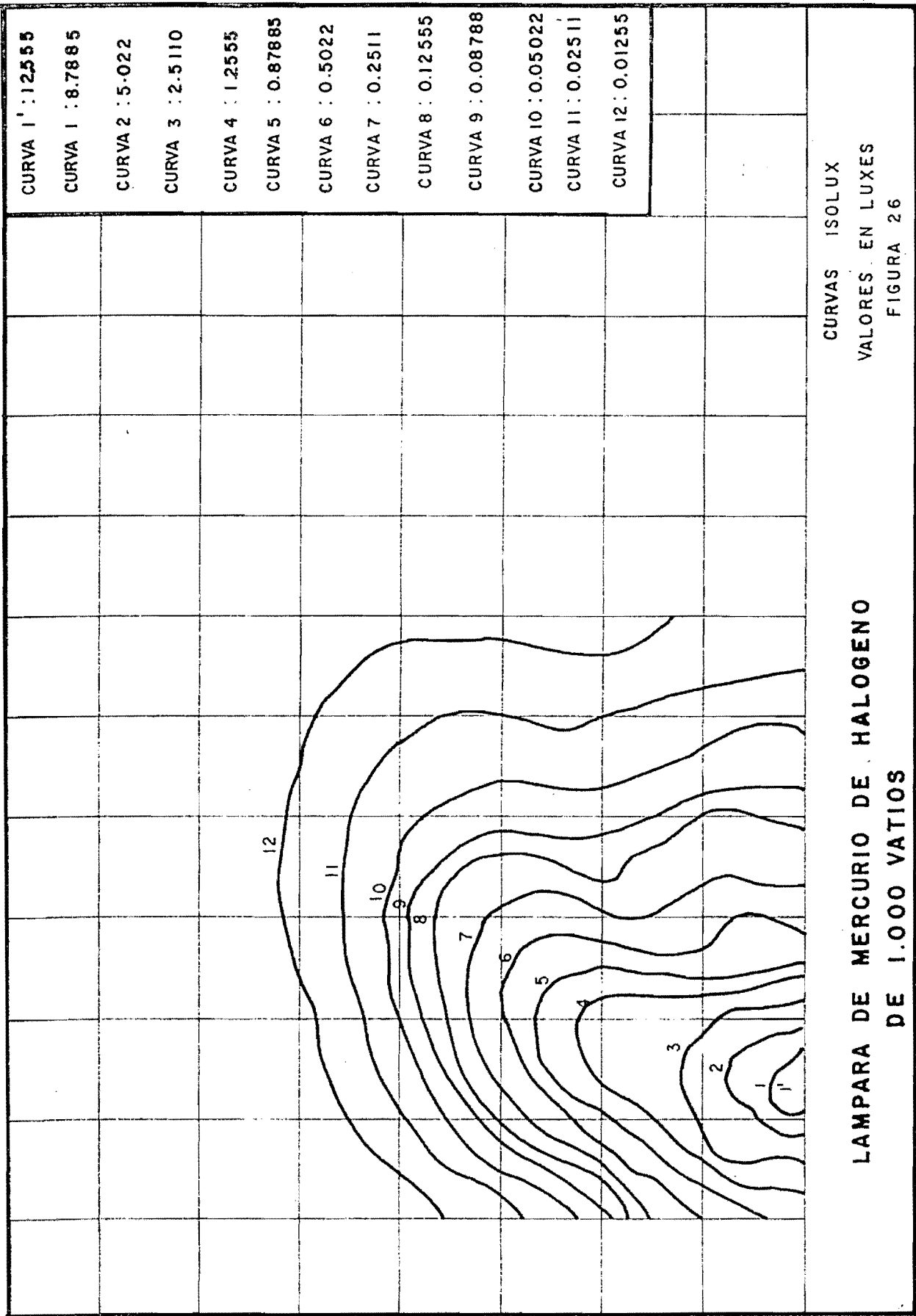
**LAMPARA DE SODIO ALTA  
PRESION  
DE 400 VATIOS**



CURVAS ISOLUX

VALORES EN LUXES

FIGURA 25



CURVAS ISOLUX  
VALORES EN LUXES  
FIGURA 26

LAMPARA DE MERCURIO DE HALOGENO  
DE 1.000 VATIOS

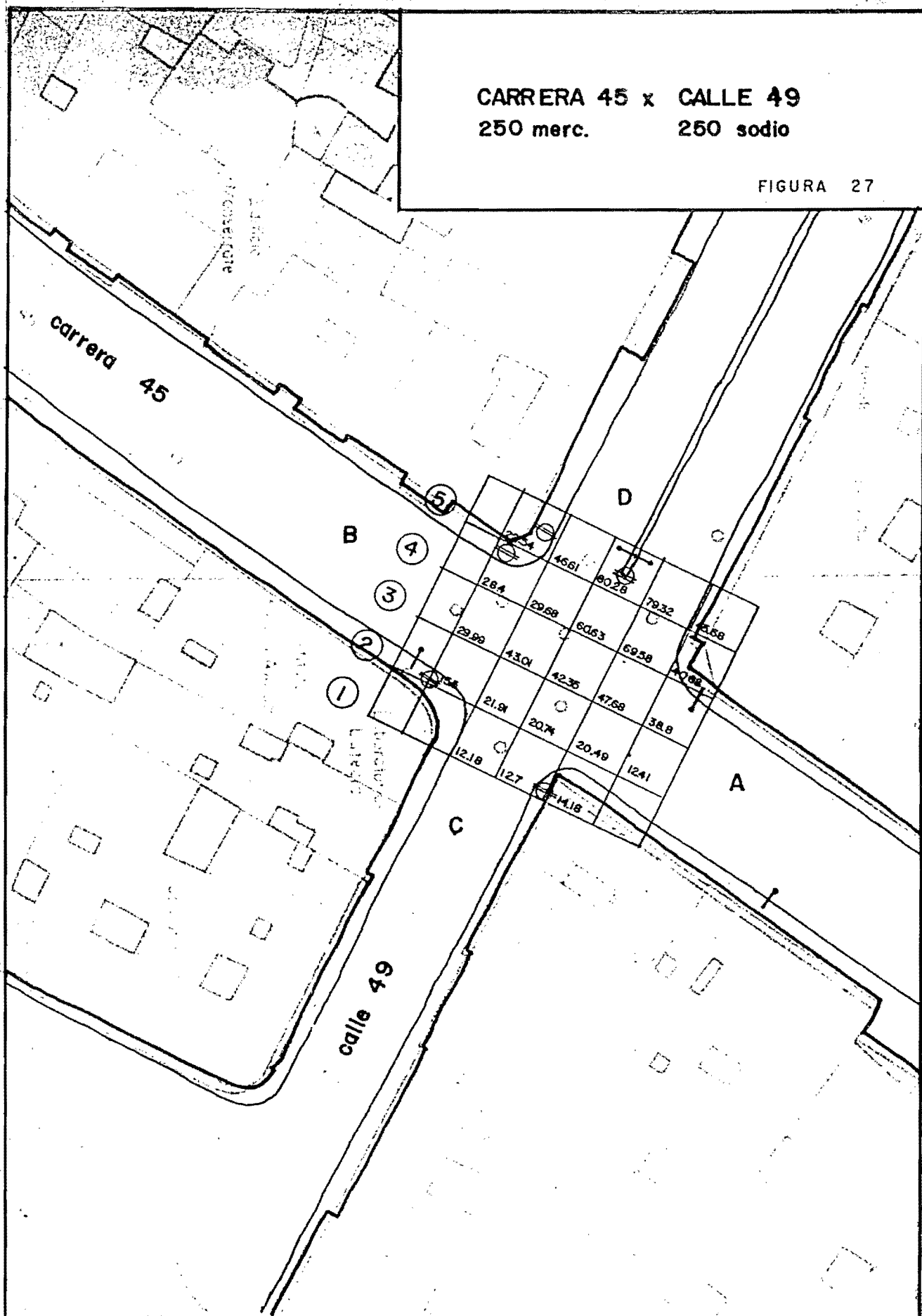
cada punto dividida por el número de puntos. En las Figuras 27 a 43 se muestran las retículas y puntos citados en cada uno de los cruces analizados. El resultado de este análisis se encuentra en la Tabla 7. En el Anexo 1 se muestran los datos correspondientes a este análisis.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 7, se encontró que nueve cruces están bien iluminados y ocho mal iluminados. No obstante, algunos cruces bien iluminados presentan deficiencias especialmente en las entradas (bocacalles) a tales cruces, pudiéndose, con base en ello, señalar que no siempre la buena iluminación indica que las cuatro entradas de un cruce estén bien iluminadas. Así, como se muestra en la Tabla antes citada, de los nueve cruces con buena iluminación, en sólo dos las cuatro entradas están bien iluminadas, en cuatro cruces, tres entradas están bien iluminadas y la otra deficiente; en los tres cruces faltantes que están bien iluminados, en todos ellos existen dos entradas con iluminación buena y dos con iluminación deficiente.

Es necesario aclarar que en algunos casos la iluminación de las entradas designada como buena, sólo se justifica con base en las normas de Icontec que, como antes se mencionó, están por debajo de las exigidas en algunos países del mundo.

CARRERA 45 x CALLE 49  
250 merc. 250 sodio

FIGURA 27



CARRERA 50 x CALLE 49  
250 mercurio      250 sodio

FIGURA 28

calle 49

A

C

B

D

carrera 50

22,72	17,32	12,26	
56,3	35,41	21,05	15,3
57,3	49,66	35,3	15,92
27,04	45,27	42,72	13,48

①

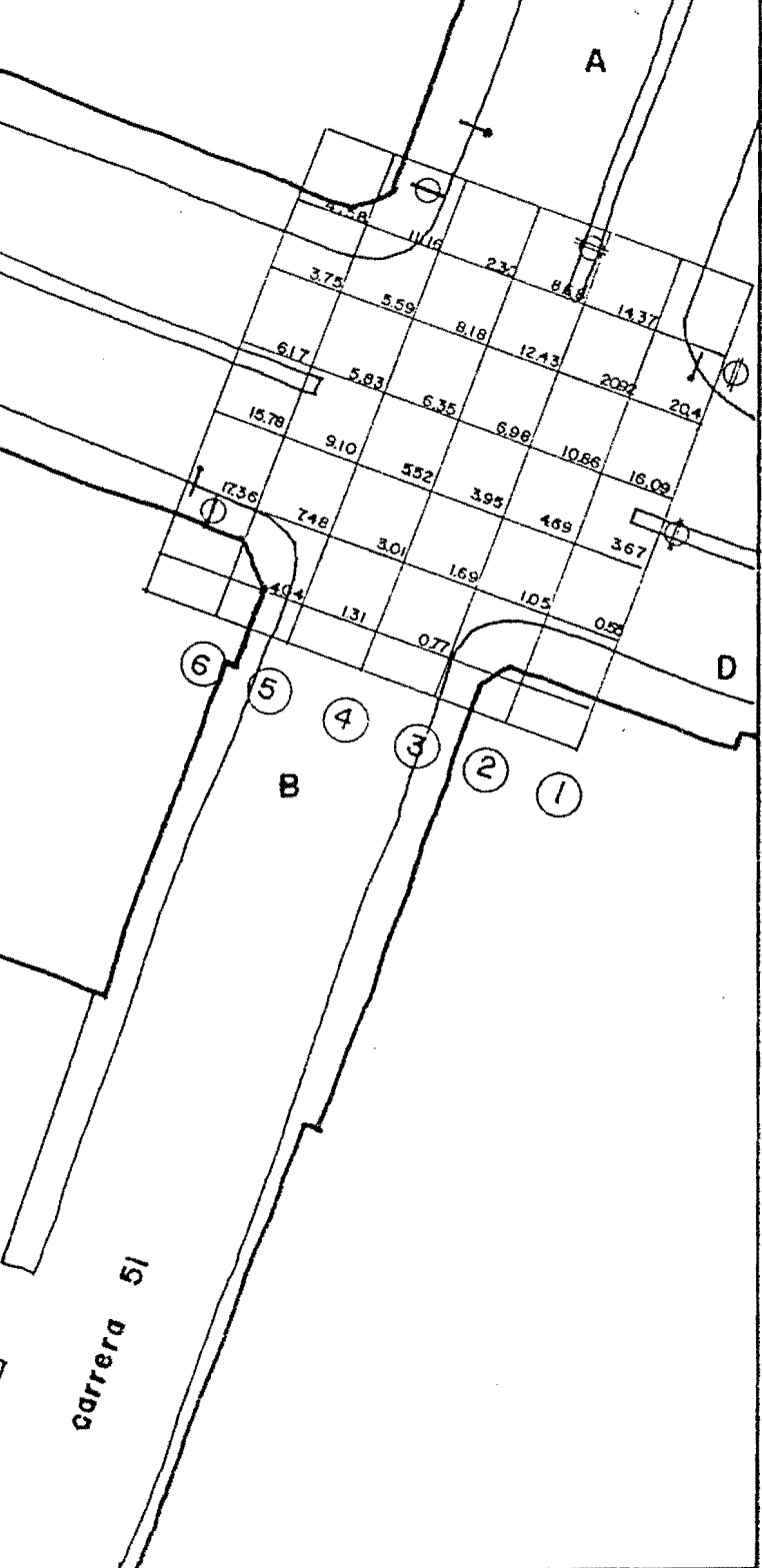
②

③

④



CARRERA 51 x CALLE 41  
250 merc.                      250 merc.



250 sodio

B



A

15 prajp3  
cdrrqd 51

D

①

②

③

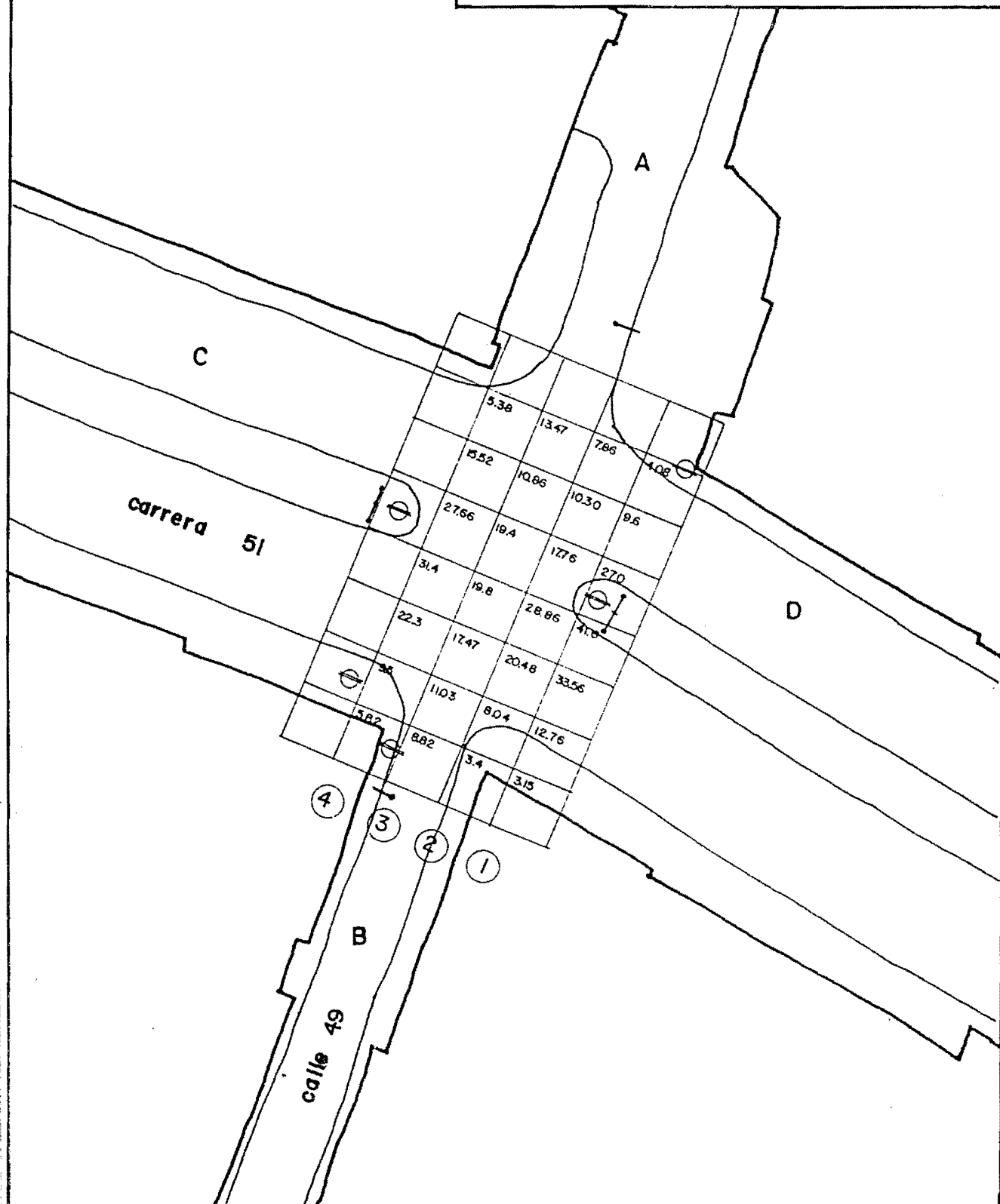
c

④

⑤

CARRERA 51 x CALLE 49  
250 merc. 250 merc.

FIGURA 31



CARRERA 52 x CALLE 44  
250 mercurio

FIGURA 32

carrera 52

C

B

A

calle 44

D

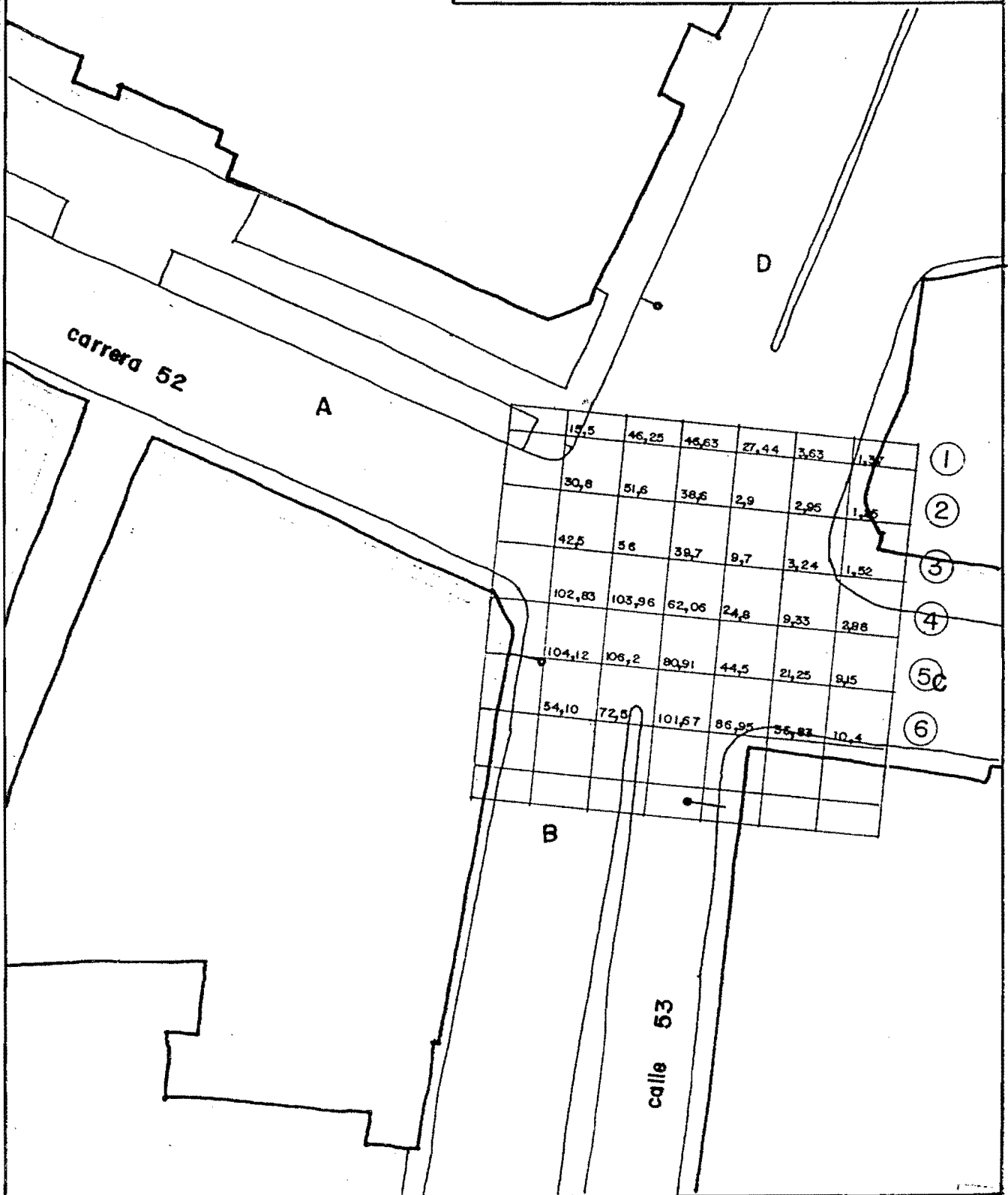
9		13.3	40	40	20
8	1.66	5	23.75	29.5	12.4
7	1.25	4.75	6.6	57.8	5.1
6	.72	2.66	4.75	3.9	1.5
5	.86	1.71	1.93	1.35	.83
4	.38	1.39	1.36	.6	.37
3	.18	.36	.41	.20	.17
2	.12	.11	.19	.15	.06
1		.06	.06	.05	

CARRERA 52x CALLE 53

nada

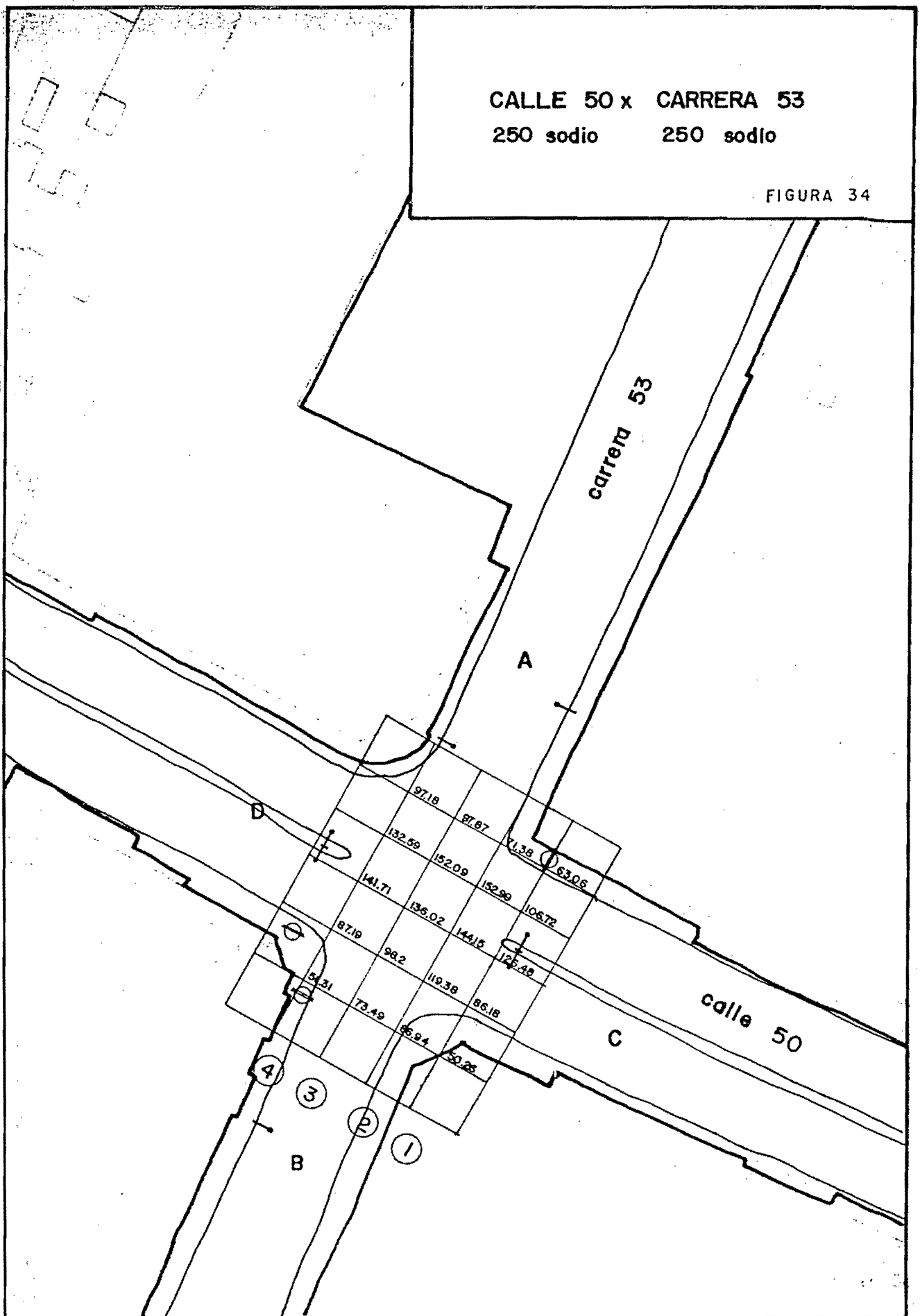
400 sodio shader

FIGURA 33



CALLE 50 x CARRERA 53  
250 sodio      250 sodio

FIGURA 34



CALLE 50 x CARRERA 54

250 sodio

250 mercurio

FIGURA 35

calle 50

A

C

①

②

③

④

B

D

carrera 54